

(translation)

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of
the following application as filed with this office.

Date of application: December 25, 2002

Application Number: Japanese Patent Application
No. 2002-374636

[ST.10/C] : [JP2002-374636]

Applicant(s): Pioneer Corporation

Date of this certificate: June 24, 2003

Commissioner,
Japan Patent Office Shinichiro OTA

Certificate No. 2003-3049535

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application:

2002年12月25日

出願番号
Application Number:

特願2002-374636

[ST.10/C]:

[JP2002-374636]

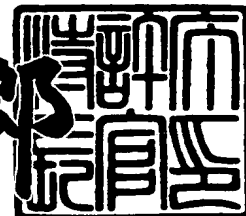
出願人
Applicant(s):

パイオニア株式会社

2003年 6月24日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3049535

【書類名】 特許願

【整理番号】 57P0379

【提出日】 平成14年12月25日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01S 5/40
H01L 33/00

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パイオニア株式会社 総合研究所内

【氏名】 宮地 護

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パイオニア株式会社 総合研究所内

【氏名】 渡辺 温

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パイオニア株式会社 総合研究所内

【氏名】 高橋 宏和

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パイオニア株式会社 総合研究所内

【氏名】 木村 義則

【特許出願人】

【識別番号】 000005016

【氏名又は名称】 パイオニア株式会社

【代理人】

【識別番号】 100063565

【弁理士】

【氏名又は名称】 小橋 信淳

【選任した代理人】

【識別番号】 100118898

【弁理士】

【氏名又は名称】 小橋 立昌

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011659

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体レーザ装置及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 波長の異なる複数のレーザ光を出射する半導体レーザ装置であって、

半導体基板上に積層形成され所定の専有面積を有する第 1 のレーザ発振部と、
前記第 1 のレーザ発振部より小さな専有面積を有する第 2 のレーザ発振部とを
備え、

前記半導体基板とは反対側の前記第 1 のレーザ発振部の面と、前記第 2 のレー
ザ発振部の発光部から近い側の面が導電性を有する接着層により接着されており

前記第 2 のレーザ発振部は V 族元素として砒素 (A s)、リン (P)、アンチ
モン (S b) のいずれかを含む III-V 族化合物半導体あるいは II-VI 族化合物
半導体を有することを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 2】 前記第 1, 第 2 のレーザ発振部の専有面積の違いに応じて生
じる、前記第 2 のレーザ発振部側から見た前記第 1 のレーザ発振部の露出面に前
記接着層と電気的に接続した導電層を有し、当該導電層の接続された露出面の部
分が、前記第 1, 第 2 のレーザ発振部を駆動させる駆動電流を供給する電流供給
部となっていることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 3】 前記半導体基板は、少なくとも窒素 (N) を含む窒化物 III
-V 族化合物半導体又は炭化ケイ素 (S i C) よりなることを特徴とする請求項
1 又は 2 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 4】 前記第 1 のレーザ発振部は少なくとも窒素 (N) を含む半導
体を有することを特徴とする請求項 3 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 5】 前記半導体基板はガリウム砒素 (G a A s) よりなることを
特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 6】 前記第 1 のレーザ発振部は V 族元素として砒素 (A s)、リ
ン (P)、アンチモン (S b) のいずれかを含む III-V 族化合物半導体あるい
は II-VI 族化合物半導体を有することを特徴とする請求項 5 に記載の半導体レ

ーザ装置。

【請求項 7】 前記第 2 のレーザ発振部は活性層に少なくともリン (P) を含む半導体を有する波長 650 nm 帯の光を発する半導体レーザであることを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 8】 前記第 2 のレーザ発振部は活性層に少なくとも砒素 (As) を含む半導体を有する波長 780 nm 帯の光を発する半導体レーザであることを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 9】 前記第 1 のレーザ発振部は活性層に少なくとも砒素 (As) を含む半導体を有する波長 780 nm 帯の光を発する半導体レーザであり、前記第 2 のレーザ発振部は活性層に少なくともリン (P) を含む半導体を有する波長 650 nm 帯の光を発する半導体レーザであることを特徴とする請求項 5 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 10】 前記第 1 のレーザ発振部は活性層に少なくともリン (P) を含む半導体を有する波長 650 nm 帯の光を発する半導体レーザであり、前記第 2 のレーザ発振部は活性層に少なくとも砒素 (As) を含む半導体を有する波長 780 nm 帯の光を発する半導体レーザであることを特徴とする請求項 5 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 11】 更に、前記露出部よりも小さな専有面積を有し、活性層に少なくとも砒素 (As) を含む半導体を有する波長 780 nm 帯の光を発する第 3 のレーザ発振部が、前記露出部上に接着層により接着されていることを特徴とする請求項 7 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 12】 更に、前記第 2 のレーザ発振部よりも小さな専有面積を有し、発光層に少なくとも砒素 (As) を含む半導体を有する波長 780 nm 帯の光を発する第 3 のレーザ発振部が、前記第 1 の発振部と反対側の前記第 2 の発振部面に接着層により接着されていることを特徴とする請求項 7 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 13】 更に、前記第 2 のレーザ発振部側に熱伝導率が高く電気的絶縁性を有した支持基板が設けられていることを特徴とする請求項 1～10 の何れか 1 項に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 1 4】 更に、前記第 2，第 3 のレーザ発振部側に熱伝導率が高く電氣的絶縁性を有した支持基板が設けられていることを特徴とする請求項 1 1 又は 1 2 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 1 5】 波長の異なる複数のレーザ光を出射する半導体レーザ装置の製造方法であって、

第 1 の半導体基板上に、第 1 のレーザ発振部を形成すべく複数の半導体薄膜を積層すると共に、当該複数の半導体薄膜による積層構造を有する第 1 のレーザ発振部上に導電性を有する第 1 の接着層を積層することで、第 1 の中間生成体を作製する第 1 の工程と、

第 2 の半導体基板上にエッチングストップ層を形成すると共に、当該エッチングストップ層上に、第 2 のレーザ発振部を形成すべく複数の半導体薄膜を積層した後、当該複数の半導体薄膜による積層構造を有する第 2 のレーザ発振部上に導電性を有する第 2 の接着層を積層することで、第 2 の中間生成体を作製する第 2 の工程と、

第 1 の接着層と第 2 の接着層とを合わせて接着させることによって、前記第 1 のレーザ発振部と第 2 のレーザ発振部とを接着させた第 3 の中間生成体を作製する第 3 の工程と、

前記第 3 の中間生成体に対しエッチング処理を施すことにより、前記第 3 の中間生成体のうち、前記第 2 の半導体基板部分を除去し、更に前記第 2 のレーザ発振部のうち導波路を含む所定範囲以外を除去することにより、複数の第 2 のレーザ発振部を形成する第 4 の工程と、

前記第 4 の工程において残ったエッチングストップ層を除去すると共に、前記第 3 の中間生成体を劈開し、更に前記複数の各第 2 のレーザ発振部の両側に生じる凹部において前記第 3 の中間生成体を分割することにより、前記接着層を介して第 1，第 2 のレーザ発振部が固着された個々の半導体レーザ装置を形成する第 5 の工程と、

を具備することを特徴とする半導体レーザ装置の製造方法。

【請求項 1 6】 前記第 1 のレーザ発振部は少なくとも窒素 (N) を含む半導体薄膜を積層することによって形成することを特徴とする請求項 1 5 に記載の

半導体レーザ装置の製造方法。

【請求項 1 7】 前記第 2 のレーザ発振部は少なくともリン (P) を含む半導体薄膜からなる活性層を含む半導体薄膜を積層することによって形成することを特徴とする請求項 1 6 に記載の半導体レーザ装置の製造方法。

【請求項 1 8】 前記第 2 のレーザ発振部は少なくとも砒素 (As) を含む半導体薄膜からなる活性層を含む半導体薄膜を積層することによって形成することを特徴とする請求項 1 6 に記載の半導体レーザ装置の製造方法。

【請求項 1 9】 前記第 1 のレーザ発振部は少なくともリン (P) を含む半導体薄膜からなる活性層を含む半導体薄膜を積層することによって形成し、前記第 2 のレーザ発振部は少なくとも砒素 (As) を含む半導体薄膜からなる活性層を含む半導体薄膜を積層することによって形成することを特徴とする請求項 1 5 に記載の半導体レーザ装置の製造方法。

【請求項 2 0】 前記第 1 のレーザ発振部は少なくとも砒素 (As) を含む半導体薄膜からなる活性層を含む半導体薄膜を積層することによって形成し、前記第 2 のレーザ発振部は少なくともリン (P) を含む半導体薄膜からなる活性層を含む半導体薄膜を積層することによって形成することを特徴とする請求項 1 5 に記載の半導体レーザ装置の製造方法。

【請求項 2 1】 波長の異なる複数のレーザ光を出射する半導体レーザ装置の製造方法であって、

第 1 の半導体基板上に、第 1 のレーザ発振部を形成すべく複数の半導体薄膜を積層すると共に、当該複数の半導体薄膜による積層構造を有する第 1 のレーザ発振部上に導電性を有する第 1 の接着層を積層することで、第 1 の中間生成体を作製する第 1 の工程と、

第 2 の半導体基板上にエッチングストップ層を形成した後、当該エッチングストップ層上に、第 2 のレーザ発振部を形成すべく複数の半導体薄膜を積層すると共に、第 3 のレーザ発振部を形成すべく複数の半導体薄膜を積層することで、互いに離れた位置に第 2、第 3 のレーザ発振部を形成し、更に第 2 のレーザ発振部と第 3 のレーザ発振部上に導電性を有する第 2 の接着層を積層することで、第 2 の中間生成体を作製する第 2 の工程と、

第 1 の接着層と第 2 の接着層とを接着させることによって、前記第 1, 第 2, 第 3 のレーザ発振部を接着させた第 3 の中間生成体を作製する第 3 の工程と、
前記第 3 の中間生成体に対しエッチング処理を施すことにより、前記第 3 の中間生成体のうち、前記第 2 の半導体基板部分を除去し、更に前記第 2, 第 3 のレーザ発振部のうち導波路を含む所定範囲以外を除去することにより、複数の第 2, 第 3 のレーザ発振部を形成する第 4 の工程と、

前記第 4 の工程において残ったエッチングストップ層を除去すると共に、前記第 3 の中間生成体を劈開し、更に前記第 2, 第 3 のレーザ発振部の両側に生じる凹部において前記第 3 の中間生成体を分割することにより、前記接着層を介して第 1, 第 2, 第 3 のレーザ発振部が固着された個々の半導体レーザ装置を形成する第 5 の工程と、
を具備することを特徴とする半導体レーザ装置の製造方法。

【請求項 2 2】 更に、前記第 2 のレーザ発振部側に熱伝導率が高く電気的絶縁性を有した支持基板を設けることを特徴とする請求項 1 5 ~ 2 0 の何れか 1 項に記載の半導体レーザ装置の製造方法。

【請求項 2 3】 更に、前記第 2, 第 3 のレーザ発振部側に熱伝導率が高く電気的絶縁性を有した支持基板を設けることを特徴とする請求項 2 1 に記載の半導体レーザ装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、波長の異なる複数のレーザ光を出射する半導体レーザ装置及びその製造方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、波長の異なる複数のレーザ光を出射する多波長レーザと呼ばれる半導体レーザ装置の研究開発が進められている。

【0 0 0 3】

例えば、C D (Compact Disc)、D V D (Digital Versatile Disc) 等で代表

されるストレージ媒体に対し情報を記録又は再生する情報記録再生装置の分野にあっては、各種のストレージ媒体に対してコンパチビリティを有する光ピックアップを開発すべく、波長の異なる複数のレーザ光を出射し得る半導体レーザ装置の開発が重要となっている。

【 0 0 0 4 】

こうした半導体レーザ装置として、単体のモノリシック型半導体レーザ装置で実現することの困難性を解消すべく、ハイブリッド構造によって実現するものが提案されている（例えば、特許文献 1）。

【 0 0 0 5 】

特許文献 1 に開示されている半導体レーザ装置は、同文献 1 中の図 1 等 に示されているように、第 1 の基板上に形成された短波長（例えば、波長 4 0 0 n m 帯）のレーザ光を出射する G a N 系のレーザ発振部を有する第 1 の発光素子と、第 2 の基板上に並設された長波長（例えば、波長 6 0 0 n m 帯～ 7 0 0 n m 帯）のレーザ光を出射する A l G a I n P 系のレーザ発振部及び A l G a A s 系のレーザ発振部を有する第 2 の発光素子とを別々に製造してチップ化し、これらチップ化された両発光素子を支持基板（いわゆるサブマウント）上に重ねて取り付けらることで、ハイブリッド構造となっている。

【 0 0 0 6 】

ここで、支持基板上に第 1 の発光素子が取り付けられ、更に第 1 の発光素子上に第 2 の発光素子が取り付けられている。

【 0 0 0 7 】

ただし、第 1 の基板に設けられている G a N 系レーザ発振部が、当該第 1 の基板と支持基板との間に挟まれるようにして取り付けられることで、第 1 の発光素子は支持基板上に取り付けられている。更に、第 2 の基板に設けられている A l G a I n P 系レーザ発振部及び A l G a A s 系レーザ発振部が、当該第 2 の基板と第 1 の基板との間に挟まれるようにして取り付けられることで、第 2 の発光素子は第 1 の基板上に取り付けられている。

【 0 0 0 8 】

つまり、支持基板上には、G a N 系レーザ発振部、第 1 の基板、A l G a I n

P系レーザ発振部及びAlGaAs系レーザ発振部、第2の基板の順番で重ね合わされた構造となっている。

【0009】

そして、この半導体レーザ装置を光ピックアップに搭載し、GaN系レーザ発振部とAlGaInP系レーザ発振部とAlGaAs系レーザ発振部から、夫々波長の異なるレーザ光を出射することで、種類の異なるストレージ媒体に対して記録又は再生を行い得る、コンパチビリティを有した光ピックアップを実現することとしている。

【0010】

【特許文献1】

特開2001-230502号公報

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

ところで従来の半導体レーザ装置は、上述したように、予め第1の発光素子と第2の発光素子とをそれぞれ別個の半導体チップとして製造し、チップ化された第1の発光素子と第2の発光素子を支持基板（サブマウント）上に重ねて取り付けられた構造となっている。

【0012】

このため、例えば光ピックアップ用の半導体レーザ装置を製造する際、各発光素子の劈開面より出射されるレーザ光の出射方向を調整すべく、チップ化されている個々の発光素子を極めて高い精度で位置合わせして組み付ける必要が生じ、個々の半導体レーザ装置を製造する度に製造工程が非常に繁雑となるという問題がある。

【0013】

また、従来の半導体レーザ装置では、第1の発光素子は、第1の基板上にGaN系レーザ発振部が形成された構造となっており、第2の発光素子は、第2の基板上にAlGaInP系レーザ発振部及びAlGaAs系レーザ発振部が形成された構造となっている。そして、GaN系レーザ発振部が支持基板上に取り付けられていることから、GaN系レーザ発振部の上側に第1の基板が位置しており

、更に、この第1の基板の上側にAlGaInP系レーザ発振部及びAlGaAs系レーザ発振部が位置すると共に、更にAlGaInP系レーザ発振部及びAlGaAs系レーザ発振部の上側に第2の基板が位置している。

【0014】

つまり、GaN系レーザ発振部と、AlGaInP系レーザ発振部及びAlGaAs系レーザ発振部との間に第1の基板が介在した構造となっている。

【0015】

しかし、この構造によると、上述の特許文献1にも記載されているように、第1の基板（GaN基板）は通常100 μ m程度の厚さを有しているため、GaN系レーザ発振部におけるレーザ光の出射位置（発光点の位置）と、AlGaInP系レーザ発振部及びAlGaAs系レーザ発振部におけるレーザ光の出射位置（発光点の位置）との間隔が大きくなるという問題がある。つまり、各レーザ光の発光点間隔が大きくなるという問題がある。

【0016】

例えば、光ピックアップにこの半導体レーザ装置を搭載して記録又は再生を行う場合、光ピックアップを構成している光学系の光軸に対してGaN系レーザ発振部の出射位置（発光点の位置）を光軸合わせすると、AlGaInP系レーザ発振部及びAlGaAs系レーザ発振部の出射位置（発光点の位置）が、第1の基板の厚さの影響によって光学系の光軸中心から大きくずれることとなり、収差等の発生原因となる場合がある。

【0017】

また、例えばGaN系レーザ発振部より出射されるレーザ光と、AlGaInP系レーザ発振部及びAlGaAs系レーザ発振部より出射されるレーザ光とを共に、光ピックアップの光学系の光軸に合わせるべく、第1の基板の厚さによる悪影響を解消するためのプリズム等の光学素子を設けることとすると、部品点数が増加する等の問題を生じる。

【0018】

本発明はこうした従来の問題点に鑑みてなされたものであり、波長の異なる複数のレーザ光を出射すると共に、レーザ光の発光点間隔が小さい半導体レーザ装

置及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0019】

また、容易に製造することができ、また、レーザ光の発光点間隔が高精度で制御された半導体レーザ装置及びその製造方法を提供することを目的とする。

また、従来の半導体レーザ装置では得られなかった例えば新規な機能等を発揮する半導体レーザ装置及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の発明は、波長の異なる複数のレーザ光を出射する半導体レーザ装置であって、半導体基板上に積層形成され所定の専有面積を有する第1のレーザ発振部と、前記第1のレーザ発振部より小さな専有面積を有する第2のレーザ発振部とを備え、前記半導体基板とは反対側の前記第1のレーザ発振部の面と、前記第2のレーザ発振部の発光部から近い側の面が導電性を有する接着層により接着されており、前記第2のレーザ発振部はV族元素として砒素（As）、リン（P）、アンチモン（Sb）のいずれかを含むIII-V族化合物半導体あるいはII-VI族化合物半導体を有することを特徴とする。

【0021】

請求項15に記載の発明は、波長の異なる複数のレーザ光を出射する半導体レーザ装置の製造方法であって、第1の半導体基板上に、第1のレーザ発振部を形成すべく複数の半導体薄膜を積層すると共に、当該複数の半導体薄膜による積層構造を有する第1のレーザ発振部上に導電性を有する第1の接着層を積層することで、第1の中間生成体を作製する第1の工程と、第2の半導体基板上にエッチングストップ層を形成すると共に、当該エッチングストップ層上に、第2のレーザ発振部を形成すべく複数の半導体薄膜を積層した後、当該複数の半導体薄膜による積層構造を有する第2のレーザ発振部上に導電性を有する第2の接着層を積層することで、第2の中間生成体を作製する第2の工程と、第1の接着層と第2の接着層とを合わせて接着させることによって、前記第1のレーザ発振部と第2のレーザ発振部とを接着させた第3の中間生成体を作製する第3の工程と、前記第3の中間生成体に対しエッチング処理を施すことにより、前記第3の中間生

成体のうち、前記第 2 の半導体基板部分を除去し、更に前記第 2 のレーザ発振部のうち導波路を含む所定範囲以外を除去することにより、複数の第 2 のレーザ発振部を形成する第 4 の工程と、前記第 4 の工程において残ったエッチングストップ層を除去すると共に、前記第 3 の中間生成体を劈開し、更に前記複数の各第 2 のレーザ発振部の両側に生じる凹部において前記第 3 の中間生成体を分割することにより、前記接着層を介して第 1, 第 2 のレーザ発振部が固着された個々の半導体レーザ装置を形成する第 5 の工程とを具備することを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

請求項 2 1 に記載の発明は、波長の異なる複数のレーザ光を出射する半導体レーザ装置の製造方法であって、第 1 の半導体基板上に、第 1 のレーザ発振部を形成すべく複数の半導体薄膜を積層すると共に、当該複数の半導体薄膜による積層構造を有する第 1 のレーザ発振部上に導電性を有する第 1 の接着層を積層することで、第 1 の中間生成体を作製する第 1 の工程と、第 2 の半導体基板上にエッチングストップ層を形成した後、当該エッチングストップ層上に、第 2 のレーザ発振部を形成すべく複数の半導体薄膜を積層すると共に、第 3 のレーザ発振部を形成すべく複数の半導体薄膜を積層することで、互いに離れた位置に第 2, 第 3 のレーザ発振部を形成し、更に第 2 のレーザ発振部と第 3 のレーザ発振部上に導電性を有する第 2 の接着層を積層することで、第 2 の中間生成体を作製する第 2 の工程と、第 1 の接着層と第 2 の接着層とを接着させることによって、前記第 1, 第 2, 第 3 のレーザ発振部を接着させた第 3 の中間生成体を作製する第 3 の工程と、前記第 3 の中間生成体に対しエッチング処理を施すことにより、前記第 3 の中間生成体のうち、前記第 2 の半導体基板部分を除去し、更に前記第 2, 第 3 のレーザ発振部のうち導波路を含む所定範囲以外を除去することにより、複数の第 2, 第 3 のレーザ発振部を形成する第 4 の工程と、前記第 4 の工程において残ったエッチングストップ層を除去すると共に、前記第 3 の中間生成体を劈開し、更に前記第 2, 第 3 のレーザ発振部の両側に生じる凹部において前記第 3 の中間生成体を分割することにより、前記接着層を介して第 1, 第 2, 第 3 のレーザ発振部が固着された個々の半導体レーザ装置を形成する第 5 の工程とを具備することを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【 0 0 2 4 】

〔第 1 の実施の形態〕

本発明の第 1 の実施形態に係る半導体レーザ装置を、図 1 ないし図 4 を参照して説明する。

【 0 0 2 5 】

尚、図 1 (a) は、本半導体レーザ装置の外部構造を表した斜視図、図 1 (b) は、図 1 (a) に示した半導体レーザ装置の縦断面構造を表した図である。図 2、図 3 及び図 4 は、本半導体レーザ装置の製造工程を表した図である。

【 0 0 2 6 】

図 1 (a) (b) において、この半導体レーザ装置 1 は、短波長（例えば、波長 4 0 0 n m 帯）のレーザ光を出射する第 1 の発光素子 2 と、それより長波長（例えば、波長 6 0 0 n m 帯～ 7 0 0 n m 帯）のレーザ光を出射する第 2 の発光素子 3 とが、接着層としての導電性を有する融着金属層 4 によって一体に固着されたハイブリッド構造を有している。

【 0 0 2 7 】

第 1 の発光素子 2 は、例えば窒化物系 III - V 族化合物半導体から成る半導体基板 S U B 1 上に形成されており、ストライプ形状のリッジ導波路 6 を有したレーザ発振部 5 と、リッジ導波路 6 を除いてレーザ発振部 5 の上面を被覆する絶縁層 7 と、リッジ導波路 6 に電氣的に接続すると共に絶縁層 7 上に積層されたオーミック電極層 8 とを備えて構成されている。

【 0 0 2 8 】

また、オーミック電極層 8 と、接合層としての融着金属層 4 とが電氣的且つ機械的に接合し、半導体基板 S U B 1 の下端にオーミック電極 P 1 が形成されている。

【 0 0 2 9 】

ここで、レーザ発振部 5 は、半導体基板 S U B 1 上に窒化物系 III - V 族化合

物半導体（例えばGaN系半導体）より成る半導体薄膜が複数積層されることで、多重量子井戸構造の活性層及びその活性層を挟むようにして積層された2つのクラッド層を有する二重ヘテロ構造（DH）と、融着金属層4側に形成された上述のリッジ導波路6とを備えた構造となっている。

【0030】

第2の発光素子3は、V族元素として砒素（As）、リン（P）、アンチモン（Sb）のいずれかを含むIII-V族化合物半導体が複数積層された構造を有しており、ストライプ形状のリッジ導波路10を有するレーザ発振部9と、リッジ導波路10を除くレーザ発振部9の融着金属層4側の全面を絶縁する絶縁層11と、リッジ導波路10に電氣的に接続すると共に絶縁層11上に積層されたオーミック電極層12とを備えて構成されている。

【0031】

ここで、レーザ発振部9は、少なくともリン（P）を含む半導体より成る歪量子井戸構造の活性層及びその活性層を挟むようにして積層された2つのクラッド層とを備えた二重ヘテロ構造（DH）と、融着金属層4側に形成された上述のリッジ導波路10を備えて形成されている。

【0032】

そして、オーミック電極層12と、接合層としての融着金属層4とが電氣的且つ機械的に接合し、レーザ発振部9の表面にはオーミック電極P2が形成されている。

【0033】

更に、同図（a）（b）に示されているように、融着金属層4に固着されている第1の発光素子2のレーザ発振部5の専有面積に較べて、融着金属層4に固着されている第2の発光素子3のレーザ発振部9の専有面積が小さくなっており、また、レーザ発振部5、9の専有面積の違いによって、融着金属層4とオーミック電極12の一部がレーザ発振部9側から見て露出している。そして、そのオーミック電極層12の露出した部分（以下「露出部」という）12Rにオーミック電極P3が形成されている。

【0034】

オーミック電極 P 1, P 3 を通じて駆動電流を供給すると、その駆動電流がオーミック電極層 8, 1 2 及び半導体基板 S U B 1 中を流れると共に、リッジ導波路 6 のストライプ形状に沿ってレーザ発振部 5 中の上述の活性層に、狭窄された電流が流入することで光が発生する。更にリッジ導波路 6 の両端に形成されている劈開面（鏡面）により、レーザ共振器が構成されており、リッジ導波路 6 のストライプ形状に沿って導波される光が両端の劈開面（鏡面）で反射されて繰り返し往復しながら、次々とキャリア再結合を誘起し、誘導放出を行わせることにより、上述の短波長のレーザ光が劈開面から出射される。

【 0 0 3 5 】

オーミック電極 P 2, P 3 を通じて駆動電流を供給すると、その駆動電流がオーミック電極層 1 2 及び融着金属層 4 中を流れると共に、リッジ導波路 1 0 のストライプ形状に沿ってレーザ発振部 9 中の上述の活性層に、狭窄された電流が流入することで光が発生する。更にリッジ導波路 1 0 の両端に形成されている劈開面（鏡面）により、レーザ共振器が構成されており、リッジ導波路 1 0 のストライプ形状に沿って導波される光が両端の劈開面（鏡面）で反射されて繰り返し往復しながら、次々とキャリア再結合を誘起し、誘導放出を行わせることにより、上述の長波長のレーザ光が劈開面から出射される。

【 0 0 3 6 】

尚、第 1, 第 2 の発光素子 2, 3 の片側の劈開端面に高全反射コーティングが施されている。

【 0 0 3 7 】

次に、かかる構造を有する半導体レーザ装置 1 の製造工程を図 2 及び図 3 を参照して説明する。

【 0 0 3 8 】

まず、図 2 (a) の縦断面図にて示すように、複数個の第 1 の発光素子 2 を形成するための第 1 の中間生成体 1 0 0 と、図 2 (b) の縦断面図にて示すように、複数個の第 2 の発光素子 3 を形成するための第 2 の中間生成体 2 0 0 を予め作製する。

【 0 0 3 9 】

すなわち、図 2 (a) において、例えば窒化物系 III-V 族化合物半導体から成る半導体基板 SUB 1 上に、MOCVD 法等により、組成と膜厚等の異なった例えば窒化物系 III-V 族化合物半導体から成る複数の半導体薄膜を積層形成することで、上述した多重量子井戸構造の活性層とクラッド層とを有した二重ヘテロ構造 (DH) を形成し、更に当該活性層の上方の部分を選択的にエッチング等することでストライプ形状の複数のリッジ導波路 6 を所定間隔をおいて並設する。更に、同図 (a) に示す如く、リッジ導波路 6 を除く上面部分の全体に絶縁層 7 を形成した後、リッジ導波路 6 と絶縁層 7 とを含む全面に、蒸着等によって、オーミック電極層 8 と融着金属層 4 a とを順に積層する。

【 0 0 4 0 】

かかる製造工程により、第 1 の発光素子 2 を複数個形成することが可能な中間生成体 1 0 0 を作製する。

【 0 0 4 1 】

次に、図 2 (b) において、例えば GaAs から成る半導体基板 1 3 上に、MOCVD 法等により、後述のエッチングを阻止するエッチングストップ層 STP を形成して被覆し、そのエッチングストップ層 STP 上に、組成と膜厚等の異なる例えば V 族元素に As 又は P を含む化合物半導体から成る複数の半導体薄膜を積層することで、上述した歪量子井戸構造の活性層とクラッド層とを有した二重ヘテロ構造 (DH) を形成した後、当該活性層より上方の部分を選択的にエッチング等することでストライプ形状の複数のリッジ導波路 1 0 を上述のリッジ導波路 6 と同じ間隔をおいて並設する。

【 0 0 4 2 】

更に、同図 (b) に示す如く、リッジ導波路 1 0 を除く上面部分の全体に絶縁層 1 1 を形成した後、リッジ導波路 1 0 と絶縁層 1 1 とを含む全面に、蒸着等によって、オーミック電極層 1 2 を積層し、更にオーミック電極層 1 2 上に融着金属層 4 b を積層する。

【 0 0 4 3 】

かかる製造工程により、第 2 の発光素子 3 を複数個形成することが可能な中間生成体 2 0 0 を作製する。

【 0 0 4 4 】

次に、図 2 (c) に示すように、予め作製した中間生成体 1 0 0 , 2 0 0 の融着金属層 4 a , 4 b を合わせることで、中間生成体 1 0 0 , 2 0 0 を組み合わせる。

【 0 0 4 5 】

ここで、中間生成体 1 0 0 , 2 0 0 のリッジ導波路 6 , 1 0 を近距離で対向させるべく位置合わせをし、後述の劈開等をして個々の半導体レーザ装置 1 に分割する際、個々の半導体レーザ装置 1 のレーザ発振部 5 と 9 の発光点間隔が近接するように、予め位置決め調整をする。

【 0 0 4 6 】

引き続き、中間生成体 1 0 0 , 2 0 0 を所定の付勢力で圧接させた状態で全体を加熱し、融着金属層 4 a , 4 b を融着した後、除熱する。これにより、図 2 (d) に示されているように、融着金属層 4 a , 4 b が一体化した融着金属層 4 となり、その融着金属層 4 の介在によって中間生成体 1 0 0 , 2 0 0 が固着されることで、一体化した中間生成体 3 0 0 が作製される。

【 0 0 4 7 】

次に、図 2 (e) において、半導体基板 1 3 に対してエッチングを行い、エッチングストップ層 S T P が露出するまで、半導体基板 1 3 を除去する。

【 0 0 4 8 】

次に、図 2 (f) に示すように、ウェットエッチングなどにより、複数のレーザ発振部 9 を形成すべき領域を残して、エッチングストップ層 S T P から絶縁層 1 1 までを除去する。これにより、図 2 (g) に示すように、断面が凸形状となる複数のレーザ発振部 9 を形成すると共に、それらのレーザ発振部 9 間に生じる凹部 R において、オーミック電極層 1 2 を露出させる。つまり、同図 (g) に示すように、オーミック電極層 1 2 の一部分を露出部 1 2 R として露出させる。

【 0 0 4 9 】

次に、図 3 (a) において、エッチングストップ層 S T P を除去して、半導体基板 S U B 1 の下端と、各レーザ発振部 9 の露出面と、オーミック電極層 1 2 の

露出部 1 2 R に、蒸着等によって、オーミック電極 P 1, P 2, P 3 を夫々形成する。

【 0 0 5 0 】

次に、図 3 (b) に示すように、リッジ導波路 6, 1 0 の垂直方向に中間生成体 3 0 0 を所定の間隔で劈開し、片側の劈開面に高反射コーティングを施す。

【 0 0 5 1 】

次に、図 3 (c) に示すように、オーミック電極層 1 2 の露出部 1 2 R に沿ってスクライブして分割することにより、図 1 (a) (b) に示した構造を有する個々の半導体レーザ装置 1 を完成する。

【 0 0 5 2 】

このように本実施形態の半導体レーザ装置 1 によれば、図 1 (a) (b) に示したように、レーザ発振部 5, 9 を融着金属層 4 の介在によって固着する構造となっているため、レーザ発振部 5 の発光点とレーザ発振部 9 の発光点との間隔、すなわち発光点間隔を小さくすることができる。

【 0 0 5 3 】

つまり、融着金属層 4 はレーザ発振部 5, 9 を固着するのに必要な厚さであればよく、従来技術のような基板の厚さに較べて極めて薄い融着金属層 4 を設けることで、発光点間隔を大幅に小さくすることができる。

【 0 0 5 4 】

更に、絶縁層 7, 1 1 及びオーミック電極層 8, 1 2 の厚さも、それらの機能を考慮すれば小さくすることが可能であることから、発光点間隔を大幅に小さくすることができる。

【 0 0 5 5 】

更に、本実施形態によれば、図 1 (a) (b) に示すように、レーザ発振部 5 に較べて専有面積の小さいレーザ発振部 9 側に、融着金属層 4 とオーミック電極層 1 2 が部分的に露出しているため、この露出部分に電氣的にコンタクトを容易にとることができる、組み立て工程の簡素化等を実現することができる。

【 0 0 5 6 】

また、融着金属層 4 及びオーミック電極層 8, 1 2 は、レーザ発振部 5, 9 に

駆動電流を供給するためのいわゆる共通電極（コモン電極）としての機能を発揮するので、駆動電流供給用の電極の数を低減した半導体レーザ装置を提供することができる。

【 0 0 5 7 】

更に、本実施形態によれば、従来のように貼着すべき発光素子を個々の半導体チップとして予め作製しておき、それらの発光素子を貼着することでハイブリッド構造にするのとは異なり、図 2 及び図 3 に示した製造工程から分かるように、第 1、第 2 の発光素子 2、3 を複数個形成することが可能な中間生成体 1 0 0、2 0 0 を融着金属層 4 によって固着することで一体化した中間生成体 3 0 0 を作製した後、その中間生成体 3 0 0 を劈開及びスクライピング等によって個々の半導体レーザ装置 1 に分割する。

【 0 0 5 8 】

このため、半導体製造工程において中間生成体 1 0 0、2 0 0 とを融着金属層 4 によって固着する際、その後分割されることとなる個々の半導体レーザ装置 1 における発光点間隔の最適化制御を一括して行うことができると共に、各発光点の位置合わせを高精度で行うことができる。そして、発光点間隔の最適化制御を一括して行うことができることで、量産性の向上、品質の均一化等を図ることができる。

【 0 0 5 9 】

更に、レーザ発振部 5、9 のリッジ導波路 6、1 0 側が融着金属層 4 に近接して設けられており、且つ、融着金属層 4 の一部が外部に露出した構造となっているため、レーザ発光に際してレーザ発振部 5、9 より生じる熱を、外部へ効率良く放熱することができる。

【 0 0 6 0 】

また、本実施形態の半導体レーザ装置 1 を、CD や DVD その他のストレージ媒体に対して情報記録又は情報再生を行う光ピックアップに搭載することとすると、発光点間隔が小さいことから、第 1、第 2 の発光素子 2、3 の各発光点を共に光ピックアップの光学系の光軸に高精度で位置合わせることができ、収差等の発生を大幅に改善すること等ができる。

【 0 0 6 1 】

尚、以上に述べた本実施形態の製造工程では、図 2 (b) を参照して説明したように、中間生成体 2 0 0 の半導体基板 1 3 とレーザ発振部 9 との間の全領域にエッチングストップ層 S T P を形成しておき、図 2 (e) ～ (g) に示したように、半導体基板 1 3 をエッチングにて除去してから、更にエッチングストップ層 S T P 及びレーザ発振部 9 を部分的にエッチングすることで、複数個のレーザ発振部 9 を形成すると共に、オーミック電極層 1 2 を部分的に露出させることとしている。しかし、かかる製造工程に限定されるものではなく、他の製造工程によって、複数個のレーザ発振部 9 を形成すると共に、オーミック電極層 1 2 を部分的に露出させるようにしてもよい。

【 0 0 6 2 】

例えば、本実施形態の変形した態様として、まず図 4 (a) の断面図にて示すように、半導体基板 1 3 上に、個々のレーザ発振部 9 を形成すべき領域だけエッチングストップ層 S T P を形成した後、当該エッチングストップ層 S T P 及び半導体基板 1 3 上に、複数のリッジ導波路 1 0 を有するレーザ発振部 9 と、絶縁層 1 1、オーミック電極層 1 2 及び融着金属層 4 b を順次に積層することで、複数個の発光素子 3 を形成するための中間生成体 2 0 0 を作製する。

【 0 0 6 3 】

次に、図 2 (c) (d) に示したのと同様に、当該中間生成体 2 0 0 と既述した中間生成体 1 0 0 とを組み合わせることで加熱及び除熱することにより、当該中間生成体 2 0 0 の融着金属層 4 b と中間生成体 1 0 0 の融着金属層 4 a とを融着させ、固化した後の融着金属層 4 によって一体化した中間生成体 3 0 0 を作製する。

【 0 0 6 4 】

次に、図 4 (b) に示すように、半導体基板 1 3 側よりエッチングを施すことによって、半導体基板 1 3 を除去すると共に、レーザ発振部 9 及び絶縁層 1 1 のエッチングストップ層 S T P で被覆されていない部分を除去する。これにより、図 4 (c) に示すように、断面が凸形状となる複数のレーザ発振部 9 を形成すると共に、それらのレーザ発振部 9 間に生じる凹部 R において、オーミック電極層 1 2 を露出させる。

【 0 0 6 5 】

そして、図 3 (a) ~ (c) に示したのと同様に、中間生成体 3 0 0 の所定の部分にオーミック電極 P 1, P 2, P 3 を形成した後、劈開及びスクライビングを行うことにより、個々の半導体レーザ装置 1 を完成する。

【 0 0 6 6 】

このように、個々のレーザ発振部 9 を形成すべき領域だけにエッチングストップ層 S T P を形成するようにしても、本実施形態の半導体レーザ装置 1 を形成することが可能である。

【 0 0 6 7 】

更に、個々のレーザ発振部 9 を形成すべき領域だけにエッチングストップ層 S T P を形成すると、図 4 (b) (c) に示した半導体基板 1 3 を除去するためのエッチング処理と、レーザ発振部 9 及び絶縁層 1 1 のうちエッチングストップ層 S T P で被覆されていない部分の除去を行うためのエッチング処理とを、1つのエッチング工程で行うことができ、製造工程の簡素化等を実現することができる。

【 0 0 6 8 】

なお、本実施形態では、第 2 の発光素子 3 を構成しているレーザ発振部 9 を、V 族元素が A s 又は P から成る III-V 族化合物半導体薄膜で形成する場合について説明したが、V 族元素が S b から成る III-V 族化合物半導体薄膜で形成してもよい。また、III-V 族化合物半導体薄膜に限らず、II-VI 族化合物半導体薄膜でレーザ発振部 9 を形成してもよい。

【 0 0 6 9 】

〈第 1 の実施例〉

次に、第 1 の実施形態に係る、より具体的な実施例を図 5 ないし図 7 を参照して説明する。

【 0 0 7 0 】

図 5 は、本実施例の半導体レーザ装置の構造を表し、図 1 (a) (b) に対応させて示した縦断面図である。図 6 及び図 7 は、本半導体レーザ装置の製造工程を表した図である。尚、図 5 ないし図 7 において、図 1 ないし図 3 と同一又は相

当する部分を同一符号で示している。

【0071】

図5において、本実施例の半導体レーザ装置1は、Ga_{0.4}N_{0.6}系レーザ（青色レーザ）である第1の発光素子2と、AlGaInP系レーザ（赤色レーザ）である第2の発光素子3とが導電性を有する融着金属層4によって一体に固着されたハイブリッド構造を有している。

【0072】

第1の発光素子2は、半導体基板（n型Ga_{0.4}N_{0.6}基板）SUB1上に形成されると共にストライプ形状のリッジ導波路6を有したレーザ発振部5を備え、第2の発光素子3は、ストライプ形状のリッジ導波路10を有したレーザ発振部9を備えている。

【0073】

また、レーザ発振部5、9の専有面積の違いによって、融着金属層4の一部がレーザ発振部9側から見て露出しており、半導体基板SUB1の下端、レーザ発振部9の上端及び融着金属層4の露出部分上にオーミック電極P1、P2、P3が夫々形成されている。

【0074】

そして、オーミック電極P1とP3を通じて駆動電流を供給すると、第1の発光素子2から青色ないし紫外域（例えば、波長400nm帯）のレーザ光が出射され、オーミック電極P2とP4を通じて駆動電流を供給すると、第2の発光素子3から赤色（例えば、波長600nm帯～700nm帯）のレーザ光が出射される。

【0075】

第1の発光素子2のレーザ発振部5は、上述のn型Ga_{0.4}N_{0.6}（0001）基板から成る半導体基板SUB1上に、バッファ層5a、下地層5b、n型クラッド層5c、n型ガイド層5d、活性層5e、電子障壁層5f、p型ガイド層5g、p型クラッド層5h、p側コンタクト層5iとがその順番で積層された積層構造を有しており、p側コンタクト層5iとp型クラッド層5hの一部がエッチング等によって除去されることで、〈1-100〉方向に沿ったストライプ形状のリッ

ジ導波路 6 が形成されている。

【0076】

そして、p 側コンタクト層 5 i を除いて、p 型クラッド層 5 h の全面に絶縁層 7 が形成されており、更に p 側コンタクト層 5 i と絶縁層 7 の全面にオーミック電極層 8 が形成されている。

【0077】

したがって、リッジ導波路 6 が p 側コンタクト層 5 i 及びオーミック電極層 8 を通じて融着金属層 4 に電氣的に接続されている。

【0078】

より具体的には、バッファ層 5 a は、Ga N 又は Al N から成り厚さ約数十 nm 程度に形成されている。下地層 5 b は、Si をドーピングして n 型化した n 型 Ga N から成り、厚さ約 5 ～ 15 μ m に形成されている。n 型クラッド層 5 c は、n 型 Al_{0.08}Ga_{0.92}N から成り、厚さ約 0.8 μ m に形成されている。n 型ガイド層 5 d は、n 型 Ga N から成り、厚さ約 0.2 μ m に形成されている。

【0079】

活性層 5 e は、約数十 nm の厚さに形成され、組成の異なる In_xGa_{1-x}N (但し、0 ≤ x)、例えば In_{0.08}Ga_{0.92}N と In_{0.01}Ga_{0.99}N から成る井戸層とバリア層との多重量子井戸構造を有している。電子障壁層 5 f は、Al Ga N から成り、厚さ約 0.02 μ m に形成されている。p 型ガイド層 5 g は、Mg をドーピングして p 型化した p 型 Ga N から成り、厚さ約 0.2 μ m に形成されている。

【0080】

p 型クラッド層 5 h は、p 型 Al_{0.08}Ga_{0.92}N から成り、厚さが約 0.4 μ m に形成されている。p 側コンタクト層 5 i は、p 型 Ga N から成り厚さ約 0.1 μ m に形成されている。

【0081】

また、オーミック電極層 8 は、Pd、Pt、Au、若しくは Ni の何れか、又はそれらを組み合わせた合金で形成され、絶縁層 7 は、SiO₂ 等で形成されて

いる。

【0082】

また、詳細については製造工程において述べるが、融着金属層4は、Auの融着金属層4aと、Snの融着金属層4bとが融着されることで生じる合金により形成されている。

【0083】

第2の発光素子3のレーザ発振部9は、バッファ層9a、n型クラッド層9b、活性層9c、p型クラッド層9d、通電層9e、p側コンタクト層9fがその順番で積層された積層構造を有している。そして、p側コンタクト層9fと通電層9e及びp型クラッド層9dの一部がエッチング等によって除去されることで、上述のリッジ導波路10が、リッジ導波路6と同じ方向に沿って形成されている。

【0084】

そして、上述のp側コンタクト層9fを除く、レーザ発振部9の全面が絶縁層11で被覆され、更にp側コンタクト層9fと絶縁層11の全面にオーミック電極層12が積層されることで、p側コンタクト層9fがオーミック電極層12に電氣的に接続され、更にオーミック電極層12を通じて融着金属層4とも電氣的に接続されている。

【0085】

より具体的に述べると、バッファ層9aは、Siをドーピングしてn型化したn型GaAsから成り、厚さ約 $0.5\mu\text{m}$ に形成されている。n型クラッド層9bは、n型 $\text{Al}_{0.35}\text{Ga}_{0.15}\text{In}_{0.5}\text{P}$ から成り、厚さ約 $1.2\mu\text{m}$ に形成されている。

【0086】

活性層9cは、約数十nmの厚さに形成され、GaInPとAlGaInPとから成る歪量子井戸構造を有している。p型クラッド層9dは、Znをドーピングしてp型化した $\text{Al}_{0.35}\text{Ga}_{0.15}\text{In}_{0.5}\text{P}$ から成り、厚さ約 $1.2\mu\text{m}$ に形成されている。通電層9eは、p型 $\text{Ga}_{0.51}\text{In}_{0.49}\text{P}$ から成り、厚さ約 $0.05\mu\text{m}$ に形成されている。p側コンタクト層9fは、p型G

a A s から成り厚さ約 $0.2 \mu\text{m}$ に形成されている。

【0087】

そして、オーミック電極層 12 は、Ti、Pt、Cr、Au 若しくは Au-Zn の何れか、又はそれらを組み合わせた合金で形成され、絶縁層 11 は、 SiO_2 等で形成されている。

【0088】

次に、本実施例の半導体レーザ装置 1 の製造工程を図 6、図 7 を参照して説明する。

【0089】

まず、複数個の第 1 の発光素子 2 を形成するための中間生成体 100 を図 6 (a) ~ (d) に示す工程に従って作製すると共に、複数個の第 2 の発光素子 3 を形成するための中間生成体 200 を図 7 (a) ~ (d) に示す工程に従って作製する。

【0090】

図 6 (a) において、半導体基板 SUB 1 上に、MOCVD 法により、レーザ発振部 5 を形成するための GaN 系薄膜を積層し、中間生成体 100 を作製する。

【0091】

すなわち、n 型 GaN (0001) から成る半導体基板 SUB 1 上に、GaN 又は AlN から成る厚さ約数十 nm 程度のバッファ層 5a、Si をドーピングして n 型化した n 型 GaN から成る厚さ約 $5 \sim 15 \mu\text{m}$ の下地層 5b、n 型 $\text{Al}_{0.08}\text{Ga}_{0.92}\text{N}$ から成る厚さ約 $0.8 \mu\text{m}$ の n 型クラッド層 5c、n 型 GaN から成る厚さ約 $0.2 \mu\text{m}$ の n 型ガイド層 5d、 $\text{In}_{0.08}\text{Ga}_{0.92}\text{N}$ と $\text{In}_{0.01}\text{Ga}_{0.99}\text{N}$ から成る井戸層とバリア層との多重量子井戸構造から成る活性層 5e、AlGaIn から成る厚さ約 $0.02 \mu\text{m}$ の電子障壁層 5f、Mg をドーピングして p 型化した p 型 GaN から成る厚さ約 $0.2 \mu\text{m}$ の p 型ガイド層 5g、p 型 $\text{Al}_{0.08}\text{Ga}_{0.92}\text{N}$ から成る厚さ約 $0.4 \mu\text{m}$ の p 型クラッド層 5h、p 型 GaN から成る厚さ約 $0.1 \mu\text{m}$ の p 側コンタクト層 5i をその順番で積層する。

【 0 0 9 2 】

次に、図 6 (b) に示すように、中間生成体 1 0 0 の p 側コンタクト層 5 i 上に、複数個分のリッジ導波路 6 の形状に合わせたマスク 1 0 1 を $\langle 1 - 1 0 0 \rangle$ 方向に沿って形成し、マスク 1 0 1 から露出している部分を反応性イオンエッチング (R I E) によって除去する。

【 0 0 9 3 】

ここで、図 6 (c) に示すように、p 型クラッド層 5 h に対し約 $0.05 \mu\text{m}$ 程度の厚さとなる深さまでエッチングを行うことによって、形成すべき複数のレーザ発振部 5 の間隔と同じ間隔であって $\langle 1 - 1 0 0 \rangle$ 方向に沿ったストライプ形状のリッジ導波路 6 を複数個形成し、そしてマスク 1 0 1 を除去する。

【 0 0 9 4 】

次に、図 6 (d) に示すように、夫々のリッジ導波路 6 上に残った p 側コンタクト層 5 i を除く、中間生成体 1 0 0 の上面全体に SiO_2 の絶縁層 7 をスパッタリング等によって積層した後、p 側コンタクト層 5 i 及び絶縁層 7 上に、Pd、Pt、Au、若しくは Ni の何れか、又はそれらを組み合わせた合金を約 200 nm の厚さで蒸着することでオーミック電極層 (p 側電極層) 8 を形成し、更にオーミック電極層 8 上に、蒸着によって、Au から成る厚さ約 200 nm の融着金属層 4 a を形成することで、最終的な中間生成体 1 0 0 を作製する。

【 0 0 9 5 】

次に、中間生成体 2 0 0 の製造工程においては、まず、図 7 (a) に示すように、n 型 GaAs (0 0 1) 基板 1 3 の上面に、MOCVD 法により、InGaP から成るエッチングストップ層 STP を形成した後、エッチングストップ層 STP 上に、レーザ発振部 9 を形成するための AlGaInP 系薄膜を積層する。

【 0 0 9 6 】

すなわち、上述のエッチングストップ層 STP 上に、Si をドーピングして n 型化した n 型 GaAs から成る厚さ約 $0.5 \mu\text{m}$ のバッファ層 9 a、n 型 $\text{Al}_{0.35}\text{Ga}_{0.15}\text{In}_{0.5}\text{P}$ から成る厚さ約 $1.2 \mu\text{m}$ の n 型クラッド層 9 b、GaInP と AlGaInP とから成る歪量子井戸構造の活性層 9 c、Zn をドーピングして p 型化した $\text{Al}_{0.35}\text{Ga}_{0.15}\text{In}_{0.5}\text{P}$ から成る厚

さ約 $1.2\mu\text{m}$ のp型クラッド層9d、p型 $\text{Ga}_{0.51}\text{In}_{0.49}\text{P}$ から成る厚さ約 $0.05\mu\text{m}$ の通電層9e、p型GaAsから成る厚さ約 $0.2\mu\text{m}$ のp側コンタクト層9fをその順番で積層する。

【0097】

次に、図7(b)に示すように、中間生成体200のp側コンタクト層9f上に、図6(c)(d)に示したリッジ導波路6と同じ間隔で、複数個分のリッジ導波路10(図5参照)の形状に合わせたマスク201を形成し、マスク201から露出している部分を反応性イオンエッチング(RIE)によって除去する。

【0098】

ここで、図7(c)に示すように、p型クラッド層9dに対し約 $0.2\mu\text{m}$ 程度の厚さとなる深さまでエッチングを行うことによって、形成すべきレーザ発振部9の間隔と同じ間隔で、ストライプ形状のリッジ導波路10を複数個形成し、そしてマスク201を除去する。

【0099】

次に、図7(d)に示すように、リッジ導波路10上のp側コンタクト層9fを除いたレーザ発振部9の全面に、 SiO_2 の絶縁層11をスパッタリング等によって積層し、更に蒸着によって、p側コンタクト層9f及び絶縁層11上に、Ti、Pt、Cr、Au若しくはAu-Znの何れか、又はそれらを組み合わせた合金から成るオーミック電極層(p側電極層)12を約 200nm の厚さで積層すると共に、オーミック電極層12上に約 $1\mu\text{m}$ のSnから成る融着金属層4bを積層する。

【0100】

こうして、中間生成体100、200を作製すると、図6(d)に示した中間生成体100は、図2(a)に示したのと同様の構造を有し、図7(d)に示した中間生成体200は、図2(b)に示したのと同様の構造を有することとなる。

【0101】

つまり、図2(a)中、点線のハッチングで表されているレーザ発振部5は、図6(d)に示したGa_N系レーザ薄膜5a~5iとリッジ導波路6を有した

構造となり、図 2 (b) 中、点線のハッチングで表されているレーザー発振部 9 は、図 7 (d) に示した AlGaInP 系レーザー薄膜 9 a ~ 9 f とリッジ導波路 1 0 を有した構造となる。

【0102】

次に、図 6 (d) と図 7 (d) に示した中間生成体 1 0 0, 2 0 0 のリッジ導波路 6, 1 0 を向かい合わせるようにして、融着金属層 4 a と 4 b とを接触させることで、図 2 (c) に示したのと同様に、中間生成体 1 0 0, 2 0 0 を組み合わせる。更に、後述の劈開を行った場合に、GaInP 系レーザー薄膜 5 a ~ 5 i の劈開面 (1 - 1 0 0) と AlGaInP 系レーザー薄膜 9 a ~ 9 f の劈開面 (1 1 0) が一致するように、中間生成体 1 0 0, 2 0 0 を組み合わせる。更に又、後述の劈開等をして個々の半導体レーザー装置 1 に分割する際、個々の半導体レーザー装置 1 のレーザー発振部 5 におけるレーザー光の出射端（発光点）とレーザー発振部 9 におけるレーザー光の出射端（発光点）とが近接するように、予め中間生成体 1 0 0, 2 0 0 を組み合わせる。

【0103】

そして、図 2 (d) に示したのと同様の状態で、中間生成体 1 0 0, 2 0 0 を所定の付勢力で圧接させ、約 3 0 0℃ で全体を加熱した後、除熱する。これにより、Au の融着金属層 4 a と Sn の融着金属層 4 b が融着して、Au と Sn の合金から成る融着金属層 4 が生成される。更に除熱によって融着金属層 4 が固化することで、中間生成体 1 0 0, 2 0 0 とが一体に固着した中間生成体 3 0 0 が作製される。

【0104】

次に、図 2 (e) に示したのと同様に、硫酸：過酸化水素水：水の比を 4 : 1 : 1 としたエッチャントによって、半導体基板 1 3 側よりウエットエッチングを施し、エッチングストップ層 STP が露出するまで、半導体基板 1 3 を除去する。

【0105】

次に、図 2 (f) に示したのと同様に、ウェットエッチングなどにより、レーザー発振部 9 を形成すべき領域 W を残して、エッチングストップ層 STP から絶縁層

11 までを除去することによって、図 2 (g) に示すように、断面が凸形状となる複数のレーザ発振部 9 を形成すると共に、それらのレーザ発振部 9 間に生じる凹部 R において、オーミック電極層 12 を露出させる。

【0106】

つまり、上述のエッチング処理によって、レーザ発振部 9 間に凹部 R を生じさせることにより、融着金属層 4 に固着されている第 1 の発光素子 2 のレーザ発振部 5 の専有面積に較べて、融着金属層 4 に固着されている第 2 の発光素子 3 のレーザ発振部 9 の専有面積を小さくし、その専有面積の違いによって、融着金属層 4 の一部がレーザ発振部 9 側から見て露出するようにする。

【0107】

次に、エッチングストップ層 STP を除去して、所定の洗浄処理を施した後、図 3 (a) に示したのと同様に、蒸着によって、半導体基板 SUB1 の下端に Ti、Al 若しくは Au の何れか、又はそれらを組み合わせた合金から成るオーミック電極 P1、レーザ発振部 9 の上端に、Ni、Au 若しくは Au-Ge のいずれか、またはそれらを組み合わせた合金から成るオーミック電極 P2 を形成し、更に、オーミック電極層 12 の露出部 12R にもオーミック電極 P3 を形成する。

【0108】

次に、図 3 (b) に示したのと同様に、リッジ導波路 6、10 に対して垂直方向、すなわち GaN 系レーザ薄膜から成るレーザ発振部 5 の劈開面である (1-100) 面に合わせて、中間生成体 300 を所定間隔ずつ劈開し、片側の劈開面に高反射コーティングを施すことで、レーザ共振器を形成する。

【0109】

次に、図 3 (c) に示したのと同様に、オーミック電極層 12 の露出部 12R に沿ってスクライブすることにより、図 5 に示した構造を有する個々の半導体レーザ装置 1 を完成する。

【0110】

このように本実施形態の半導体レーザ装置 1 によれば、図 5 に示したように、レーザ発振部 5、9 を厚さの小さい融着金属層 4 の介在によって固着する構造と

なっているため、レーザ発振部 5 の発光点とレーザ発振部 9 の発光点との間隔、すなわち発光点間隔を小さくすることができる。具体的には、融着金属層 4 の厚さを約 $1\ \mu\text{m}$ 以下にすることができ、発光点間隔もほぼ $1\ \mu\text{m}$ 程度にすることができる。

【0 1 1 1】

更に、本実施例によれば、融着金属層 4 は、レーザ発振部 5, 9 に駆動電流を供給するためのいわゆる共通電極（コモン電極）としての機能を発揮するので、駆動電流供給用の電極数を低減することができる。

【0 1 1 2】

更に、本実施例の製造方法によれば、第 1, 第 2 の発光素子 2, 3 を複数個形成することが可能な中間生成体 1 0 0, 2 0 0 を融着金属層 4 によって固着した後、劈開及びスクライビング等によって個々の半導体レーザ装置 1 に分割するので、発光素子 2, 3 の発光点間隔の最適化制御を、中間生成体 1 0 0, 2 0 0 を固着する際に一括して行うことができると共に、高精度で位置合わせすることができる。

【0 1 1 3】

更に、レーザ発振部 5, 9 のリッジ導波路 6, 1 0 側が融着金属層 4 に近接して設けられており、且つ、融着金属層 4 の露出部が外部に延在した構造となっているため、レーザ発振部 5, 9 に生じる熱を効率良く放熱することができる。

【0 1 1 4】

また、製造工程において、有毒な A s（砒素）を含む G a A s 半導体基板 1 3 をエッチング除去するので、安全性の高い半導体レーザ装置 1 を提供することができる。

【0 1 1 5】

また、本実施例の半導体レーザ装置 1 を、C D や D V D その他のストレージ媒体に対して情報記録又は情報再生を行う光ピックアップに搭載すると、発光点間隔が小さいことから、第 1, 第 2 の発光素子 2, 3 の各発光点を共に光ピックアップの光学系の光軸に高精度で位置合わせことができ、収差等の発生を大幅に改善すること等ができる。

【 0 1 1 6 】

尚、本第 1 の実施例における製造工程では、図 7 (a) ～ (d) に示したように、中間生成体 2 0 0 の半導体基板 1 3 とレーザ発振部 9 との間の全領域にエッチングストップ層 S T P を形成しておき、半導体基板 1 3 をエッチングにて除去してから、エッチングストップ層 S T P に対して更にエッチングを施すことで、複数個のレーザ発振部 9 を形成すると共に、オーミック電極層 1 2 を部分的に露出させることとしている。

【 0 1 1 7 】

ただし本製造工程に限らず、図 4 (a) ～ (c) に示したのと同様の製造工程で本半導体レーザ装置 1 を作製してもよい。つまり、中間生成体 2 0 0 の半導体基板 1 3 とレーザ発振部 9 との間に、個々のレーザ発振部 9 を形成すべき領域だけエッチングストップ層 S T P を形成しておき、エッチングストップ層 S T P で被覆されていないレーザ発振部 9 及び絶縁層 1 1 の部分と半導体基板 1 3 とを一括してエッチングすることで、複数個のレーザ発振部 9 を形成すると共に、オーミック電極層 1 2 を部分的に露出させるようにしてもよい。

【 0 1 1 8 】

〈第 2 の実施例〉

次に、第 1 の実施形態に係る第 2 の実施例を図 8 を参照して説明する。尚、図 8 は本実施例の半導体レーザ装置の構造を表した縦断面図であり、図 1 (b) と同一又は相当する部分を同一符号で示している。

【 0 1 1 9 】

図 8 において、本半導体レーザ装置は、熱伝導率が高く電氣的絶縁性を有したセラミック等の支持基板 (サブマウント) 1 0 0 0 に、図 1 (b) に示した半導体レーザ装置 1 を固着した構造となっている。

【 0 1 2 0 】

支持基板 1 0 0 0 の上面には、C u 等の金属から成るパターンニングされた電極層 P 11 と P 31 が蒸着等によって形成されている。電極層 P 11 には、第 2 の発光素子 3 のレーザ発振部 9 が極めて薄い融着金属層 A P によって固着され、電極層 P 31 には、導電性スペーサーとしての融着金属層 S P C を介して、オーミック電極

層 1 2 が固着され、更に半導体基板 S U B 1 の露出面に、オーミック電極 P 2 が形成されている。また、電極層 P 11 とオーミック電極 P 2 と電極層 P 31 に、駆動電流供給用のリード線 L 11, L 2, L 31 が接続されている。

【 0 1 2 1 】

そして、リード線 L 11 と L 31 を通じて駆動電流を供給すると、その駆動電流が電極層 P 11, P 31 と融着金属層 S P C, A P、オーミック電極層 1 2 及び融着金属層 4 を流れると共に、リッジ導波路 1 0 によって狭窄された電流がレーザ発振部 9 中の活性層に流入することで光が発生し、第 2 の発光素子 3 から赤色（例えば、波長 6 0 0 n m 帯～ 7 0 0 n m 帯）のレーザ光が出射される。

【 0 1 2 2 】

また、リード線 L 31 とリード線 L 2 とを通じて駆動電流を供給すると、その駆動電流がオーミック電極 P 2 と電極層 P 31 と融着金属層 S P C、オーミック電極層 1 2 及び融着金属層 4 を流れると共に、リッジ導波路 6 によって狭窄された電流がレーザ発振部 5 中の活性層に流入することで光が発生し、第 1 の発光素子 2 から青色ないし紫外域の短波長（例えば、波長 4 0 0 n m 帯）のレーザ光が出射される。

【 0 1 2 3 】

本実施例の半導体レーザ装置によれば、支持基板 1 0 0 0 に、第 1, 第 2 の発光素子 2, 3 が固着されているので、レーザ発振部 5, 9 の発光に際して生じる熱を効率良く放熱することができる。

【 0 1 2 4 】

特に、レーザ発振部 5 は、支持基板 1 0 0 0 から離れて位置していることから、レーザ発振部 5 に生じる熱を効率良く放熱する必要があるが、オーミック電極層 8, 1 2 と融着金属層 4 及び導電性スペーサーとしての融着金属層 S P C 等通じて支持基板 1 0 0 0 側へ放熱する第 1 の放熱経路と、オーミック電極層 8, 1 2 と融着金属層 4 及びレーザ発振部 5 等を通じて支持基板 1 0 0 0 側へ放熱する第 2 の放熱経路との 2 つの放熱経路によって、レーザ発振部 5 に生じる熱を効率良く放熱することが可能である。

【 0 1 2 5 】

つまり、レーザ発振部 1 4 全体が熱伝導率の良好な融着金属層 4 に接しており、且つオーミック電極層 1 2 の露出部が融着金属層 S P C を介して支持基板 1 0 0 0 上の電極層 P 31 に接続されているので、上述の第 1 の放熱経路によって、レーザ発振部 5 に生じる熱を支持基板 1 0 0 0 側へ効率良く放熱することができる。更に、融着金属層 4 と支持基板 1 0 0 0 の間に存在するレーザ発振部 9 は極めて薄く、且つレーザ発振部 9 には従来技術で説明したような基板が設けられてないため、レーザ発振部 5 に生じる熱を融着金属層 4 及びレーザ発振部 9 等を通じて（すなわち上述の第 2 の放熱経路を通じて）、支持基板 1 0 0 0 側へ効率良く放熱することができる。

【 0 1 2 6 】

このように、本実施例の半導体レーザ装置は、図 5 に示した半導体レーザ装置 1 を単に支持基板 1 0 0 0 に取り付けたというものではなく、優れた放熱効果を実現する構造となっている。

【 0 1 2 7 】

また、第 2 の発光素子 3 は若干の厚みを有するが、実際には数 μ m 程度の薄さであるため、オーミック電極層 1 2 と電極層 P 31 との間で、融着金属層 S P C を溶融して固化させるだけで、オーミック電極層 1 2 と電極層 P 31 とを電氣的且つ機械的に固着させることができ、製造工程を簡素化することができる。

【 0 1 2 8 】

また、製造工程において、有毒な A s （砒素）を含む G a A s 半導体基板 1 3 をエッチング除去するので、安全性の高い半導体レーザ装置 1 を提供することができる。

【 0 1 2 9 】

更に、第 1 の実施形態で説明したのと同様に、第 1 の発光素子 2 のレーザ発振部 5 と第 2 の発光素子 3 のレーザ発振部 9 とを厚さの小さい融着金属層 4 の介在によって固着する構造となっているため、レーザ発振部 5, 9 の発光点間隔を小さくすることができ、例えば C D や D V D その他のストレージ媒体に対して情報記録又は情報再生を行う光ピックアップに好適な半導体レーザ装置を提供することができる。

【 0 1 3 0 】

〔第 2 の実施の形態〕

次に、第 2 の実施形態を図 9 及び図 1 0 を参照して説明する。

尚、図 9 (a) は、本実施形態の半導体レーザ装置の断面構造を表した図である。図 9 (b) は、本実施形態の変形した形態に係る半導体レーザ装置の断面構造を表した図である。図 1 0 (a) ～ (g) は、図 9 (a) に示した半導体レーザ装置の製造工程を表した図である。また、図 9 、図 1 0 において、図 1 、図 2 、図 8 と同一又は相当する部分を同一符号で示している。

【 0 1 3 1 】

図 9 (a) に示されている半導体レーザ装置 1 は、波長 7 0 0 n m 帯～8 0 0 μ m 帯のレーザ光を出射する第 1 の発光素子 2 A と、波長 6 0 0 n m 帯～7 0 0 n m 帯のレーザ光を出射する第 2 の発光素子 3 A とが導電性を有する融着金属層 4 によって一体に固着されたハイブリッド構造を有している。

【 0 1 3 2 】

第 1 の発光素子 2 A は、III-V 族化合物半導体（例えば、GaAs）から成る半導体基板 SUB 2 上に形成されており、ストライプ形状のリッジ導波路 1 5 を有したレーザ発振部 1 4 と、リッジ導波路 1 5 を除いてレーザ発振部 1 4 の上面を被覆する絶縁層 1 6 と、リッジ導波路 1 5 に電氣的に接続すると共に絶縁層 1 6 上に積層されたオーミック電極層 1 7 とを備えて構成されている。また、オーミック電極層 1 7 と融着金属層 4 とが電氣的且つ機械的に接合し、半導体基板 SUB 2 の下端にオーミック電極 P 1 が形成されている。

【 0 1 3 3 】

ここで、レーザ発振部 1 4 は、上述の GaAs 等から成る半導体基板 SUB 2 上に、V 属元素に As を含む III-V 族化合物半導体より成る半導体薄膜が積層されることで、歪量子井戸構造の活性層及びその活性層を挟むようにして積層された 2 つのクラッド層を有する二重ヘテロ構造 (DH) と、融着金属層 4 側に形成された上述のリッジ導波路 1 5 とを備えた構造となっている。

【 0 1 3 4 】

第 2 の発光素子 3 A は、図 1 (a) (b) に示した発光素子 3 と同じ構造を有

し、オーミック電極層 1 2 を介して融着金属層 4 に固着されている。すなわち、発光素子 3 A は、V 族元素に P 又は A s を含む III-V 族化合物半導体より成る半導体薄膜が積層された構造を有しており、ストライプ形状のリッジ導波路 1 0 を有するレーザ発振部 9 と、リッジ導波路 1 0 を除くレーザ発振部 9 の融着金属層 4 側の全面を絶縁する絶縁層 1 1 と、リッジ導波路 1 0 に電氣的に接続すると共に絶縁層 1 1 上に積層されたオーミック電極層 1 2 とを備えた構造を有している。

【0 1 3 5】

ここで、レーザ発振部 9 は、V 族元素に P を含む III-V 族化合物半導体より成る歪量子井戸構造の活性層及びその活性層を挟むようにして積層された 2 つのクラッド層とを備えた二重ヘテロ構造 (DH) を含む半導体多層膜と、融着金属層 4 側に形成された上述のリッジ導波路 1 0 を備えて形成されている。

【0 1 3 6】

そして、オーミック電極層 1 2 と融着金属層 4 とが電氣的且つ機械的に接合し、レーザ発振部 9 の上端にオーミック電極 P 2 が形成されている。

【0 1 3 7】

ここで、発光素子 2 A に較べて専有面積の小さい発光素子 3 A 側に、融着金属層 4 とオーミック電極層 1 2 が部分的に露出している。そのオーミック電極層 1 2 の部分的に露出した露出部にオーミック電極 P 3 が形成されている。

【0 1 3 8】

より詳細に述べれば、融着金属層 4 に固着されている第 1 の発光素子 2 A のレーザ発振部 1 4 の専有面積に較べて、融着金属層 4 に固着されている第 2 の発光素子 3 A のレーザ発振部 9 の専有面積が小さくなっており、その専有面積の違いによって、融着金属層 4 及びオーミック電極層 1 2 の一部がレーザ発振部 9 側から見て露出している。この露出部が、駆動電流を供給するための電流供給部となっている。

【0 1 3 9】

オーミック電極 P 1 と P 3 を通じて駆動電流を供給すると、リッジ導波路 1 5 によって狭窄された電流がレーザ発振部 1 4 中の上述の活性層に流入することで

光が発生し、更にリッジ導波路 1 5 のストライプ形状に沿って導波される光が、リッジ導波路 1 5 の長手方向の両端に形成されている劈開面（鏡面）で反射されて繰り返し往復しながら、次々とキャリア再結合を誘起し、誘導放出を行わせることにより、波長 7 8 0 n m 帯のレーザ光が劈開面から出射される。

【 0 1 4 0 】

オーミック電極 P 2 と P 3 を通じて駆動電流を供給すると、リッジ導波路 1 0 によって狭窄された電流がレーザ発振部 9 中の上述の活性層に流入することで光が発生し、更にリッジ導波路 1 0 のストライプ形状に沿って導波される光が、リッジ導波路 1 0 の長手方向の両端に形成されている劈開面（鏡面）で反射されて繰り返し往復しながら、次々とキャリア再結合を誘起し、誘導放出を行わせることにより、波長 6 5 0 n m 帯のレーザ光が劈開面から出射される。

【 0 1 4 1 】

尚、一方の劈開面には高反射コーティングが施されている。

【 0 1 4 2 】

次に、かかる構造を有する半導体レーザ装置 1 の製造工程を図 1 0 を参照して説明する。

【 0 1 4 3 】

まず、図 1 0 (a) の縦断面図にて示すように、複数個の第 1 の発光素子 2 A を形成するための中間生成体 4 0 0 と、図 1 0 (b) の縦断面図にて示すように、複数個の第 2 の発光素子 3 A を形成するための中間生成体 2 0 0 を予め作製する。

【 0 1 4 4 】

すなわち、図 1 0 (a) において、例えば G a A s から成る半導体基板 S U B 2 上に、M O C V D 法等により、組成と膜厚等の異なった例えば V 族元素に A s を含む III - V 族化合物半導体より成る半導体薄膜を積層することで、歪量子井戸構造の活性層及びその活性層を挟むようにして積層された 2 つのクラッド層を有する二重ヘテロ構造 (D H) と、リッジ導波路 1 5 とを備えたレーザ発振部 1 4 を形成し、更にレーザ発振部 1 4 上に、絶縁層 1 6、オーミック電極層 1 7、融着金属層 4 a を順に積層することで、中間生成体 4 0 0 を作製する。

【0145】

より具体的には、GaAs (001) 半導体基板SUB2上に上述のレーザ発振部14を形成すると共に、〈110〉方向に沿ってリッジ導波路15を形成し、蒸着等により、Ti、Pt、Cr、Au若しくはAu-Znの何れか、又はそれらを組み合わせた合金から成るオーミック電極層17と、Au等から成る融着金属層4aを形成する。

【0146】

一方、図10(b)に示す中間生成体200は、図2(b)に示した第1の実施形態と同様にして作製する。より具体的には、図6(a)～(d)に示した第1の実施例と同様の製造工程により、エッチングストップ層STPを備えた中間生成体200を予め作製する。

【0147】

次に、図10(c)に示すように、予め作製した中間生成体200、400の融着金属層4b、4aを合わせることで、中間生成体200、400を組み合わせる。

【0148】

ここで、中間生成体200、400のリッジ導波路10、15を近距離で対向させ、後述の劈開等をして個々の半導体レーザ装置1に分割する際、個々の半導体レーザ装置1のレーザ発振部9と14の発光点間隔が近接するように予め位置決め調整をする。

【0149】

より具体的には、中間生成体400のV族元素にAsを含むIII-V族化合物半導体から成るレーザ発振部16の劈開面(110)と、中間生成体200のV族元素にP又はAsを含むIII-V族化合物半導体から成るレーザ発振部9の劈開面(110)とを予め一致させるようにして、リッジ導波路10、15を近距離で対向させるべく中間生成体200、400を組み合わせる。

【0150】

引き続き、中間生成体200、400を所定の付勢力で圧接させた状態で全体を加熱(具体的には、約300℃で加熱)し、融着金属層4a、4bを融着させ

た後、除熱する。これにより、図 1 0 (d) に示されているように、融着金属層 4 a, 4 b が一体化した融着金属層 4 となり、その融着金属層 4 の介在によって中間生成体 2 0 0, 4 0 0 が固着されることで、一体化した中間生成体 5 0 0 が作製される。

【0 1 5 1】

次に、図 1 0 (e) に示す工程において、エッチングにより、半導体基板 1 3 を除去する。

【0 1 5 2】

より具体的には、GaAs から成る半導体基板 SUB 2 がエッチングされることの無いように、半導体基板 SUB 2 をレジストやワックス等で被覆し、硫酸：過酸化水素水：水の比率を 4 : 1 : 1 としたエッチャントにより、GaAs から成る半導体基板 1 3 を背面側よりウェットエッチングすることにより、半導体基板 1 3 を除去する。

【0 1 5 3】

次に、図 1 0 (f) に示す工程において、ウェットエッチングなどにより、個々のレーザ発振部 9 を形成すべき領域 W を残して、エッチングストップ層 STP から絶縁層 1 1 までを除去する。これにより、図 1 0 (g) に示すように、断面が凸形状となる複数のレーザ発振部 9 を形成すると共に、それらのレーザ発振部 9 間に生じる凹部 R において、オーミック電極層 1 2 を露出させる。

【0 1 5 4】

次に、エッチングストップ層 STP を除去することで個々のレーザ発振部 9 を露出させた後、図 3 (a) ~ (c) に示したのと同様に、オーミック電極 P 1, P 2, P 3 の形成と劈開及びスクライブを行うことで、図 9 (a) に示した構造を有する個々の半導体レーザ装置 1 を完成する。

【0 1 5 5】

より具体的には、半導体基板 1 3 及びエッチングストップ層 STP が除去されることで生じるレーザ発振部 9 の露出端と、半導体基板 SUB 2 の下端に、Ni、Au 若しくは Au-Ge のいずれか、またはそれらを組み合わせた合金を蒸着することにより、オーミック電極 P 1, P 2 を形成する。更に、GaAs から成

る半導体基板SUB2の劈開面(110)に沿って劈開し、各劈開面に所定の誘電体薄膜等をコーティングすることで、レーザ共振器を構成する。

【0156】

このように本実施形態の半導体レーザ装置1によれば、図9(a)に示したように、極めて薄い厚さの融着金属層4の介在によってレーザ発振部9, 14を固着することが可能であることから、発光点間隔を大幅に小さくすることができる。具体的には、融着金属層4の厚さを約1 μ m以下にすることができ、発光点間隔もほぼ1 μ m程度にすることができる。

【0157】

また、融着金属層4及びオーミック電極層8, 12は、レーザ発振部9, 14に駆動電流を供給するためのいわゆる共通電極(コモン電極)としての機能を発揮するので、駆動電流供給用の電極の数を低減することができる。

【0158】

更に、本実施形態によれば、中間生成体200, 400を融着金属層4によって固着することで一体化した中間生成体500を作製した後、その中間生成体500を劈開及びスクライビング等によって個々の半導体レーザ装置1に分割する。このため、半導体製造工程において中間生成体200, 400とを融着金属層4によって固着する際、その後分割されることとなる個々の半導体レーザ装置1における発光点間隔の最適化制御を一括して行うことができると共に、各発光点の位置合わせを高精度で行うことができる。そして、発光点間隔の最適化制御を一括して行うことができることで、量産性の向上、品質の均一化等を図ることができる。

【0159】

更に、レーザ発振部9, 14のリッジ導波路10, 15側が融着金属層4に近接して設けられており、且つ、融着金属層4の一部が外部に露出した構造となっているため、レーザ発光に際してレーザ発振部5, 9より生じる熱を、外部へ効率良く放熱することができる。

【0160】

また、本実施形態の半導体レーザ装置1を、CDやDVDその他のストレージ

媒体に対して情報記録又は情報再生を行う光ピックアップに搭載することとすると、発光点間隔が小さいことから、第 1，第 2 の発光素子 2 A，3 A の各発光点を共に光ピックアップの光学系の光軸に高精度で位置合わせることができ、収差等の発生を大幅に改善すること等ができる。

【 0 1 6 1 】

尚、以上に述べた本第 2 の実施形態の製造工程では、図 1 0 (b) を参照して説明したように、半導体基板 1 3 とレーザ発振部 9 との間の全領域にエッチングストップ層 S T P を形成して中間生成体 2 0 0 を作製することとしている。しかし、本実施形態の変形した態様として、半導体基板 1 3 とレーザ発振部 9 との間に、個々のレーザ発振部 9 を形成すべき領域だけにエッチングストップ層 S T P を形成して中間生成体 2 0 0 を作製し、図 4 (a) ～ (c) に示したのと同様の処理によって、断面が凸形状となる複数のレーザ発振部 9 を形成すると共に、オーミック電極層 1 2 を部分的に露出させるようにしてもよい。

【 0 1 6 2 】

次に、図 9 (b) に示す半導体レーザ装置を説明する。当該半導体レーザ装置は、熱伝導率が高く電氣的絶縁性を有したセラミック等の支持基板（サブマウント）2 0 0 0 に、図 9 (a) に示した半導体レーザ装置 1 を固着した構造となっている。

【 0 1 6 3 】

支持基板 2 0 0 0 の上面には、C u 等の金属から成るパターニングされた電極層 P 11 と P 31 が蒸着等によって形成されている。

【 0 1 6 4 】

電極層 P 11 には、第 2 の発光素子 3 A のレーザ発振部 9 が電氣的且つ機械的に固着され、電極層 P 31 には、導電性スペーサーとしての融着金属層 S P C を介して、オーミック電極層 1 2 の露出部分が電氣的且つ機械的に固着され、更に半導体基板 S U B 2 の露出端に、オーミック電極 P 2 が形成されている。また、電極層 P 11 とオーミック電極 P 2 と電極層 P 31 に、駆動電流供給用のリード線 L 11，L 2，L 31 が接続されている。

【 0 1 6 5 】

そして、リード線 L 2 と L 31 を通じて駆動電流を供給すると、第 1 の発光素子 2 A のレーザ発振部 1 4 から、例えば波長 7 8 0 n m 帯のレーザ光が出射され、リード線 L 11 と L 31 を通じて駆動電流を供給すると、第 2 の発光素子 3 A のレーザ発振部 9 から、例えば波長 6 5 0 n m 帯のレーザ光が出射される。

【 0 1 6 6 】

図 9 (b) に示した半導体レーザ装置によれば、支持基板 2 0 0 0 に、第 1、第 2 の発光素子 2 A、3 A が固着されているので、レーザ発振部 9、1 4 の発光に際して生じる熱を効率良く放熱することができる。

【 0 1 6 7 】

特に、レーザ発振部 1 4 は、支持基板 2 0 0 0 から離れて位置していることから、レーザ発振部 1 4 に生じる熱を効率良く放熱する必要があるが、オーミック電極層 1 2、1 7 と融着金属層 4 及び導電性スペーサーとしての融着金属層 S P C 等を通じて支持基板 2 0 0 0 側へ放熱する第 1 の放熱経路と、オーミック電極層 1 2、1 7 と融着金属層 4 及びレーザ発振部 5 等を通じて支持基板 2 0 0 0 側へ放熱する第 2 の放熱経路との 2 つの放熱経路によって、レーザ発振部 1 4 に生じる熱を効率良く放熱することが可能である。

【 0 1 6 8 】

つまり、レーザ発振部 1 4 のほぼ全体が熱伝導率の良好な融着金属層 4 に接しており、且つオーミック電極層 1 2 の露出部が支持基板 2 0 0 0 上の融着金属層 P 31 に接続されているので、上述の第 1 の放熱経路によって、レーザ発振部 1 4 に生じる熱を支持基板 2 0 0 0 側へ効率良く放熱することができる。更に、融着金属層 4 と支持基板 2 0 0 0 の間に存在するレーザ発振部 9 は極めて薄く、且つレーザ発振部 9 には従来技術で説明したような基板が設けられてないため、レーザ発振部 1 4 に生じる熱を融着金属層 4 及びレーザ発振部 9 等を通じて（すなわち上述の第 2 の放熱経路を通じて）、支持基板 2 0 0 0 側へ効率良く放熱することができる。

【 0 1 6 9 】

このように、本実施例の半導体レーザ装置は、図 9 (a) に示した半導体レーザ装置 1 を単に支持基板 2 0 0 0 に取り付けたというものではなく、優れた放熱

効果を実現する構造となっている。

【0170】

更に、第2の発光素子3Aは若干の厚みを有するが、実際には数 μ m程度の薄さであるため、オーミック電極層12と電極層P31との間で、融着金属層SPCを溶融して固化させるだけで、オーミック電極層12と電極層P31とを電氣的且つ機械的に固着させることができ、製造工程を簡素化することができる。

【0171】

〔第3の実施の形態〕

次に、本発明の第3の実施形態を図11及び図12を参照して説明する。

尚、図11(a)は、本実施形態の半導体レーザ装置の断面構造を表した図である。図11(b)は、本実施形態の変形した形態に係る半導体レーザ装置の断面構造を表した図である。図12(a)～(g)は、図11(a)に示した半導体レーザ装置の製造工程を表した図である。また、図11、図12において、図9、図10と同一又は相当する部分を同一符号で示している。

【0172】

図11(a)に示されている半導体レーザ装置1は、波長600nm帯～700nm帯のレーザ光を出射する第1の発光素子2Bと、波長700nm帯～800nmのレーザ光を出射する第2の発光素子3Bとが導電性を有する融着金属層4によって一体に固着されたハイブリッド構造を有している。

【0173】

第1の発光素子2Bは、III-V族化合物半導体（例えば、GaAs）から成る半導体基板13上に、ストライプ形状のリッジ導波路10を有するレーザ発振部9と、リッジ導波路10を除くレーザ発振部9のリッジ導波路側の全面を絶縁する絶縁層11と、リッジ導波路10に電氣的に接続すると共に絶縁層11上に積層されたオーミック電極層12とを備えた構造を有している。

【0174】

ここで、レーザ発振部9は、V族元素にPを含むIII-V族化合物半導体より成る歪量子井戸構造の活性層及びその活性層を挟むようにして積層された2つのクラッド層とを備えた二重ヘテロ構造(DH)を含む半導体多層膜と、融着金属

層 4 側に形成された上述のリッジ導波路 1 0 を備えて形成されている。

【 0 1 7 5 】

そして、オーミック電極層 1 2 と融着金属層 4 とが電氣的且つ機械的に接合し、半導体基板 1 3 の下端にオーミック電極 P 1 が形成されている。

【 0 1 7 6 】

第 2 の発光素子 3 B は、ストライプ形状のリッジ導波路 1 5 を有するレーザ発振部 1 4 と、リッジ導波路 1 5 を除いてレーザ発振部 1 4 の上面を被覆する絶縁層 1 6 と、リッジ導波路 1 5 に電氣的に接続すると共に絶縁層 1 6 上に積層されたオーミック電極層 1 7 とを備えて構成されている。また、オーミック電極層 1 7 と融着金属層 4 とが電氣的且つ機械的に接合し、レーザ発振部 1 4 の上端にオーミック電極 P 2 が形成されている。

【 0 1 7 7 】

ここで、レーザ発振部 1 4 は、V 族元素に A s を含む III - V 族化合物半導体より成る半導体薄膜が積層されることで、歪量子井戸構造の活性層及びその活性層を挟むようにして積層された 2 つのクラッド層を有する二重ヘテロ構造 (D H) を含む半導体多層膜と、融着金属層 4 側に形成された上述のリッジ導波路 1 5 とを備えた構造となっている。

【 0 1 7 8 】

以上の説明から明らかなように、図 1 1 (a) に示した本第 3 の実施形態に係る半導体レーザ装置 1 は、図 9 (a) に示した第 2 の実施形態に係る半導体レーザ装置 1 と同様の構造を有している。ただし、図 1 1 (a) 中の第 2 の発光素子 3 B は、図 9 (a) 中の第 1 の発光素子 2 A から半導体基板 S U B 2 が除去されたのと同じ構造を有し、図 1 1 (a) 中の第 1 の発光素子 2 B は、図 9 (a) 中の第 2 の発光素子 3 A に半導体基板 1 3 が設けられている構造となっている。

【 0 1 7 9 】

そして、発光素子 2 B に較べて専有面積の小さい発光素子 3 B 側に、融着金属層 4 とオーミック電極層 1 7 が部分的に露出し、その露出部分にオーミック電極 P 3 が形成されている。

【 0 1 8 0 】

つまり、融着金属層 4 に固着されている第 1 の発光素子 2 B のレーザ発振部 9 の専有面積に較べて、融着金属層 4 に固着されている第 2 の発光素子 3 B のレーザ発振部 1 4 の専有面積の方が小さくなっており、その専有面積の違いによって、融着金属層 4 とオーミック電極層 1 7 の一部がレーザ発振部 1 4 側から見て露出している。

【0181】

オーミック電極 P 1 と P 3 を通じて駆動電流を供給すると、リッジ導波路 1 0 によって狭窄された電流がレーザ発振部 9 中の上述の活性層に流入することで光が発生し、更にリッジ導波路 1 0 のストライプ形状に沿って導波される光が、リッジ導波路 1 0 の長手方向の両端に形成されている劈開面（鏡面）で反射されて繰り返し往復しながら、次々とキャリア再結合を誘起し、誘導放出を行わせることにより、波長 6 5 0 n m 帯のレーザ光が劈開面から出射される。

【0182】

オーミック電極 P 2 と P 3 を通じて駆動電流を供給すると、リッジ導波路 1 5 によって狭窄された電流がレーザ発振部 1 4 中の上述の活性層に流入することで光が発生し、更にリッジ導波路 1 5 のストライプ形状に沿って導波される光が、リッジ導波路 1 5 の長手方向の両端に形成されている劈開面（鏡面）で反射されて繰り返し往復しながら、次々とキャリア再結合を誘起し、誘導放出を行わせることにより、波長 7 8 0 n m 帯のレーザ光が劈開面から出射される。

【0183】

尚、一方の劈開面には高反射コーティングが施されている。

【0184】

次に、かかる構造を有する半導体レーザ装置 1 の製造工程を図 1 2 を参照して説明する。

【0185】

まず、図 1 2 (a) の縦断面図にて示すように、複数の第 2 の発光素子 3 B を形成するための中間生成体 4 0 0 と、図 1 2 (b) の縦断面図にて示すように、複数の第 1 の発光素子 2 B を形成するための中間生成体 2 0 0 を予め作製する。

【0186】

すなわち、図12(a)において、例えばGaAsから成る半導体基板SUB 2上の全面に、MOCVD法等により、InGaP等から成るエッチングストップ層STPを形成した後、例えばAlGaAs系半導体より成る半導体薄膜を積層することで、歪量子井戸構造の活性層及びその活性層を挟むようにして積層された2つのクラッド層を有する二重ヘテロ構造(DH)と、リッジ導波路15とを備えたレーザ発振部14を形成し、更にレーザ発振部14上に、絶縁層16、オーミック電極層17、融着金属層4aを順に積層することで、中間生成体400を作製する。

【0187】

より具体的には、GaAs(001)半導体基板SUB 2上に、上述のエッチングストップ層STPとレーザ発振部14を形成すると共に、 $\langle 110 \rangle$ 方向に沿ってリッジ導波路15を形成し、蒸着等により、

Ti、Pt、Cr、Au若しくはAu-Znの何れか、又はそれらを組み合わせた合金から成るオーミック電極層17と、Au等から成る融着金属層4aを形成する。

【0188】

一方、図12(b)に示す中間生成体200は、図10(b)に示した第2の実施形態と同様の製造工程により作製する。ただし、中間生成体200については、例えばGaAsから成る半導体基板13とレーザ発振部9の間にエッチングストップ層を設けることなく、本実施形態の中間生成体200を作製する。

【0189】

次に、図12(c)に示すように、予め作製した中間生成体200、400の融着金属層4b、4aを合わせることで、中間生成体200、400を組み合わせる。

【0190】

ここで、中間生成体200、400のリッジ導波路10、15を近距離で対向させるべく位置合わせする。

【0191】

より具体的には、中間生成体 4 0 0 の V 族元素に A s を含む III - V 族化合物半導体から成るレーザ発振部 1 5 の劈開面 (1 1 0) と、中間生成体 2 0 0 の V 族元素に P 又は A s を含む III - V 族化合物半導体から成るレーザ発振部 9 の劈開面 (1 1 0) とが一致するようにして、リッジ導波路 1 0 , 1 5 を近距離で対向させるべく中間生成体 2 0 0 , 4 0 0 を組み合わせる。

【 0 1 9 2 】

引き続き、融着金属層 4 a , 4 b を融着させた後、除熱する。これにより、図 1 2 (d) に示されているように、融着金属層 4 a , 4 b が一体化した融着金属層 4 となり、その融着金属層 4 の介在によって中間生成体 2 0 0 , 4 0 0 が固着されることで、一体化した中間生成体 5 0 0 が作製される。

【 0 1 9 3 】

次に、図 1 2 (e) に示す工程において、エッチングにより、半導体基板 S U B 2 を除去する。

【 0 1 9 4 】

より具体的には、G a A s から成る半導体基板 1 3 がエッチングされることの無いように、半導体基板 1 3 をレジストやワックス等で被覆し、硫酸 : 過酸化水素水 : 水の比率を 4 : 1 : 1 としたエッチャントにより、G a A s から成る半導体基板 S U B 2 を背面側よりウェットエッチングして、半導体基板 S U B 2 のみを除去する。

【 0 1 9 5 】

次に、図 1 2 (f) に示す工程において、ウェットエッチングなどにより、個々のレーザ発振部 1 4 を形成すべき領域を残して、エッチングストップ層 S T P から絶縁層 1 6 までを除去する。これにより、図 1 2 (g) に示すように、断面が凸形状となる複数のレーザ発振部 1 4 を形成すると共に、それらのレーザ発振部 1 4 間に生じる凹部 R において、オーミック電極層 1 7 を露出させる。

【 0 1 9 6 】

次に、エッチングストップ層 S T P を除去することで個々のレーザ発振部 1 4 を露出させた後、図 3 (a) ~ (c) に示したのと同様に、オーミック電極 P 1 , P 2 , P 3 の形成と、劈開及びスクライプを行うことによって、図 1 1 (a)

に示した構造を有する個々の半導体レーザ装置 1 を完成する。

【0197】

より具体的には、半導体基板 1 3 の下端と、半導体基板 SUB 2 及びエッチングストップ層 STP が除去されることで生じるレーザ発振部 1 4 の露出端とに、Ni、Au 若しくは Au-Ge のいずれか、またはそれらを組み合わせた合金を蒸着することにより、オーミック電極 P 1, P 2 を形成する。

【0198】

このように、本実施形態の半導体レーザ装置 1 によれば、極めて薄い厚さの融着金属層 4 の介在によってレーザ発振部 9, 1 4 を固着することが可能であることから、発光点間隔を大幅に小さくすることができる。

【0199】

更に、中間生成体 2 0 0, 4 0 0 を融着金属層 4 によって固着することで一体化した中間生成体 5 0 0 を作製した後、その中間生成体 5 0 0 を劈開及びスクライビング等によって個々の半導体レーザ装置 1 に分割する。このため、半導体製造工程において中間生成体 2 0 0, 4 0 0 とを融着金属層 4 によって固着する際、その後分割されることとなる個々の半導体レーザ装置 1 における発光点間隔の最適化制御を一括して行うことができると共に、各発光点の位置合わせを高精度で行うことができる。そして、発光点間隔の最適化制御を一括して行うことができることで、量産性の向上、品質の均一化等を図ることができる。

【0200】

また、CDやDVDその他のストレージ媒体に対して情報記録又は情報再生を行う光ピックアップに搭載するのに好適な半導体レーザ装置を提供することができる。

【0201】

尚、以上に述べた本第 3 の実施形態の製造工程では、図 1 2 (a) を参照して説明したように、半導体基板 SUB 2 とレーザ発振部 1 4 との間の全領域にエッチングストップ層 STP を形成して中間生成体 4 0 0 を作製することとしている。しかし、本実施形態の変形した態様として、半導体基板 SUB 2 とレーザ発振部 1 4 との間に、個々のレーザ発振部 1 4 を形成すべき領域だけにエッチングス

トップ層 S T P を形成して中間生成体 4 0 0 を作製し、図 4 (a) ~ (c) に示したのと同様の処理によって、断面が凸形状となる複数のレーザ発振部 1 4 を形成すると共に、オーミック電極層 1 7 を部分的に露出させるようにしてもよい。

【 0 2 0 2 】

次に、図 1 1 (b) に示す半導体レーザ装置を説明する。当該半導体レーザ装置は、熱伝導率が高く電氣的絶縁性を有したセラミック等の支持基板（サブマウント） 3 0 0 0 に、図 1 1 (a) に示した半導体レーザ装置 1 を固着した構造となっている。

【 0 2 0 3 】

具体的には、図 9 (b) に示した第 2 の実施形態と同様に、図 1 1 (a) に示した半導体レーザ装置 1 が支持基板 3 0 0 0 上に取り付けられている。

【 0 2 0 4 】

そして、リード線 L 1 1 と L 3 1 を通じて駆動電流を供給すると、第 2 の発光素子 3 B のレーザ発振部 1 4 から、例えば波長 7 8 0 n m 帯のレーザ光が出射され、リード線 L 2 と L 3 1 を通じて駆動電流を供給すると、第 1 の発光素子 2 B のレーザ発振部 9 から、例えば波長 6 5 0 n m 帯のレーザ光が出射される。

【 0 2 0 5 】

このように、支持基板 3 0 0 0 上に半導体レーザ装置 1 を固着すると、レーザ発振部 9 に生じる熱は、融着金属層 4 及び導電性スペーサーとしての融着金属層 S P C 等を介して支持基板 3 0 0 0 側へ放熱することができると共に、融着金属層 4 と第 2 の発光素子 3 B を通じて支持基板 3 0 0 0 側へ放熱することができるので、第 1 の発光素子 2 B に対し、優れた放熱効果を発揮することができる。

【 0 2 0 6 】

また、第 2 の発光素子 3 B は数 μ m 程度の薄さであるため、オーミック電極層 1 2 と電極層 P 3 1 との間で、融着金属層 S P C を溶融して固化させるだけで、オーミック電極層 1 2 と電極層 P 3 1 とを電氣的且つ機械的に固着させることができる。このため、第 2 の発光素子 3 B の厚みに応じて支持基板 3 0 0 0 に段部を形成するといった加工が不要となり、製造工程の簡素化等を実現することができる。

【0207】

〔第4の実施の形態〕

次に、本発明の第4の実施形態に係る半導体レーザ装置を図13及び図14を参照して説明する。図13(a)は、本実施形態の半導体レーザ装置の構造を表した縦断面図、図13(b)は、本実施形態の変形した形態に係る半導体レーザ装置の断面構造を表した図、図14は、図13(a)に示す半導体レーザ装置の製造工程を表した図である。尚、図13及び図14において、図1、図2、図9及び図11と同一又は相当する部分を同一符号で示している。

【0208】

図13(a)に示されている半導体レーザ装置1は、波長の異なる3つのレーザ光を出射する3波長レーザであり、波長350nm～450nm（より具体的には、波長405nm帯）のレーザ光を出射する第1の発光素子Xと、波長600nm帯～700nm帯（より具体的には、波長650nm帯）のレーザ光を出射する第2の発光素子Yと、波長700nm帯～800nm（より具体的には、波長780nm帯）のレーザ光を出射する第3の発光素子Zとが導電性を有する融着金属層4によって一体に固着されたハイブリッド構造を有している。

【0209】

第1の発光素子Xは、図1(b)に示した例えば窒化物系III-V族化合物半導体から成る半導体基板SUB1上に形成された発光素子2と同じ構造を有するGaN系レーザ等であり、第2の発光素子Yは、図1(b)に示した発光素子3と同様の構造を有するAlGaInP系レーザ等であり、第3の発光素子Zは、図11(a)に示した発光素子3Bと同様の構造を有するAlGaAs系レーザとなっている。

【0210】

そして、半導体基板SUB1の下端と、発光素子Yを構成しているレーザ発振部9の上端と、発光素子Zを構成しているレーザ発振部14の上端に、オーミック電極P1、P21、P22がそれぞれ形成されている。

【0211】

更に、第2、第3の発光素子Y、Zの外側に露出している融着金属層4の露出

部にオーミック電極 P 3 が形成されている。

【 0 2 1 2 】

ここで、融着金属層 4 に固着されている第 1 の発光素子 X のレーザ発振部 5 の専有面積に較べて、融着金属層 4 に固着されている第 2, 第 3 の発光素子 Y, Z のレーザ発振部 9, 1 4 の専有面積が小さくなっており、それらの専有面積の違いによって、融着金属層 4 の一部分が外部に露出している。

【 0 2 1 3 】

オーミック電極 P 1 と P 3 を通じて駆動電流を供給すると、その駆動電流は融着金属層 4 を流れ、リッジ導波路 6 で狭窄された電流がレーザ発振部 6 中の活性層に流入することによって発光が行われ、リッジ導波路 6 の長手方向の両端に形成されている劈開面により構成されているレーザ共振器によって、波長 4 0 5 n m 帯のレーザ光が出射される。

【 0 2 1 4 】

オーミック電極 P 21 と P 3 を通じて駆動電流を供給すると、その駆動電流は融着金属層 4 を流れ、リッジ導波路 1 0 で狭窄された電流がレーザ発振部 9 中の活性層に流入することによって発光が行われ、リッジ導波路 1 0 の長手方向の両端に形成されている劈開面によって構成されているレーザ共振器によって、波長 6 5 0 n m 帯のレーザ光が出射される。

【 0 2 1 5 】

オーミック電極 P 22 と P 3 を通じて駆動電流を供給すると、その駆動電流は融着金属層 4 を流れ、リッジ導波路 1 5 で狭窄された電流がレーザ発振部 1 4 中の活性層に流入することによって発光が行われ、リッジ導波路 1 5 の長手方向の両端に形成されている劈開面によって構成されているレーザ共振器によって、波長 7 8 0 n m 帯のレーザ光が出射される。

【 0 2 1 6 】

次に、かかる構造を有する半導体レーザ装置 1 の製造工程を、図 1 4 を参照して説明する。

【 0 2 1 7 】

まず、図 1 4 (a) の縦断面図にて示すように、複数個の第 1 の発光素子 X を

形成するための中間生成体 1 0 0 と、図 1 4 (b) の縦断面図にて示すように、複数個の第 2 , 第 3 の発光素子 Y , Z を形成するための中間生成体 6 0 0 を予め作製する。

【 0 2 1 8 】

図 1 4 (a) に示されている中間生成体 1 0 0 は、図 2 (a) に示したのと同様の製造工程で作製される。

【 0 2 1 9 】

一方、図 1 4 (b) に示されている中間生成体 6 0 0 については、例えば G a A s から成る半導体基板 1 3 上に、互いに隣接するレーザ発振部 9 , 1 4 を 1 組として、複数組のレーザ発振部 9 , 1 4 を形成する。

【 0 2 2 0 】

すなわち、半導体基板 1 3 上に、MOCVD 法等により、I n G a P 等から成るエッチングストップ層 S T P を形成して被覆した後、リソグラフィ、写真蝕刻法等によって、エッチングストップ層 S T P 上に、A l G a I n P 系レーザ薄膜による積層構造を有するレーザ発振部 9 と、A l G a A s 系レーザ薄膜による積層構造を有するレーザ発振部 1 4 とを形成する。

【 0 2 2 1 】

ただし、中間生成体 1 0 0 の 1 つのリッジ導波路 6 に対し、1 組のレーザ発振部 9 , 1 4 が応ずる関係となるように、各組のレーザ発振部 9 , 1 4 を形成する。

【 0 2 2 2 】

そして、レーザ発振部 9 , 1 4 上に、絶縁層 1 1 , 1 6 、オーミック電極層 1 2 , 1 7 、融着金属層 4 b , 4 b を夫々形成することにより、中間生成体 6 0 0 を作製する。

【 0 2 2 3 】

次に、図 1 4 (c) に示すように、中間生成体 1 0 0 , 6 0 0 の融着金属層 4 a , 4 b を合わせることで、中間生成体 1 0 0 , 6 0 0 を組み合わせる。

【 0 2 2 4 】

ここで、リッジ導波路 6 と各組のリッジ導波路 1 0 , 1 5 間が平行となるよう

に位置合わせすると共に、後述の劈開等をして個々の半導体レーザ装置 1 に分割する際、個々の半導体レーザ装置 1 のレーザ発振部 5, 9, 14 の発光点間隔が近接するように、予め位置決め調整をする。

【0225】

より具体的には、Ga_{0.5}N_{0.5}系レーザ薄膜を有するレーザ発振部 5 の劈開面 (1-110) と、AlGaInP 系レーザ薄膜を有するレーザ発振部 9 の劈開面 (110) と、AlGaAs 系レーザ薄膜を有するレーザ発振部 16 の劈開面 (110) とを予め一致させるようにし、且つリッジ導波路 6, 10, 15 が近接するように、中間生成体 100, 600 を組み合わせる。

【0226】

引き続き、中間生成体 100, 600 を所定の付勢力で圧接させた状態で全体を加熱（具体的には、約 300℃ で加熱）し、Sn から成る融着金属層 4a と Au から成る 4b を融着させた後、除熱する。これにより、融着金属層 4a, 4b が一体化した融着金属層 4 となり、その融着金属層 4 の介在によって中間生成体 100, 600 を一体化させる。

【0227】

更に、硫酸：過酸化水素水：水の比率を 4：1：1 としたエッチャントにより、GaAs から成る半導体基板 13 を背面側よりウェットエッチングすることにより、半導体基板 13 を除去する。

【0228】

次に、図 14 (d) に示す工程において、エッチングストップ層 STP を除去することにより、レーザ発振部 9, 14 を露出させると共に、それらのレーザ発振部 9, 14 間に生じる凹部 R において融着金属層 4 を露出させる。

【0229】

次に、13 (a) に示したように、半導体基板 SUB1 の下端に、Ti、Al 若しくは Au の何れか、又はそれらを組み合わせた合金を蒸着し、レーザ発振部 9, 14 の露出面に、Ni、Au 若しくは Au-Ge のいずれか、またはそれらを組み合わせた合金を蒸着し、更に融着金属層 4 の露出面に Au 等を蒸着することによって、オーミック電極 P1, P21, P22, P3 を形成する。

【0230】

次に、図3(a)～(c)に示したのと同様の処理を行うことで、劈開及びスクライプを行い、図13(a)に示した構造を有する個々の半導体レーザ装置1を完成する。

【0231】

より具体的には、Ga₂Nから成る半導体基板SUB1の劈開面(1-100)に沿って劈開し、各劈開面に所定の誘電体薄膜等をコーティングすることで、レーザ共振器を構成する。更に、上述の劈開後、図14(d)に示すように、1つのレーザ発振部5とそれに対応する1組のレーザ発振部9、14及びオーミック電極P3とを含む範囲WDの両側においてスクライプすることにより、図13(a)に示した個々の半導体レーザ装置1を完成する。

【0232】

このように、本実施形態の半導体レーザ装置1によれば、極めて薄い厚さの融着金属層4の介在によってレーザ発振部5、9、14を固着することが可能であることから、発光点間隔を大幅に小さくすることができる。

【0233】

また、中間生成体100、600を融着金属層4によって固着することで一体化させた後、劈開及びスクライピング等によって個々の半導体レーザ装置1に分割する。このため、半導体製造工程において中間生成体100、600とを融着金属層4によって固着する際、その後分割されることとなる個々の半導体レーザ装置1における発光点間隔の最適化制御を一括して行うことができると共に、各発光点の位置合わせを高精度で行うことができる。そして、発光点間隔の最適化制御を一括して行うことができることで、量産性の向上、品質の均一化等を図ることができる。

【0234】

また、CDやDVDその他のストレージ媒体に対して情報記録又は情報再生を行う光ピックアップに搭載するのに好適な半導体レーザ装置を提供することができる。

【0235】

次に、図 1 3 (b) に示す半導体レーザ装置を説明する。当該半導体レーザ装置は、熱伝導率が高く電氣的絶縁性を有したセラミック等の支持基板（サブマウント）4 0 0 0 に、図 1 3 (a) に示した半導体レーザ装置 1 を固着した構造となっている。

【 0 2 3 6 】

支持基板 4 0 0 0 の上面には、Cu 等の金属から成るパターニングされた電極層 P 11, P 31, P 4 が蒸着等によって形成されている。

【 0 2 3 7 】

電極層 P 11 には、第 2 の発光素子 Y のレーザ発振部 9 が電氣的且つ機械的に固着され、電極層 P 4 には、第 3 の発光素子 Z のレーザ発振部 1 4 が電氣的且つ機械的に固着され、電極層 P 31 には、導電性スペーサーとしての融着金属層 S P C を介して、融着金属層 4 の露出部分が電氣的且つ機械的に固着されている。また、電極層 P 11, P 31 に、駆動電流供給用のリード線 L 11, L 31 が接続されている。また、紙面の都合上示されていないが、電極層 P 4 にも駆動電流供給用のリード線が接続されている。

【 0 2 3 8 】

そして、リード線 L 31 とオーミック電極 P 1 を通じて駆動電流を供給すると、第 1 の発光素子 X のレーザ発振部 5 から、例えば波長 4 0 5 n m 帯のレーザ光が出射され、リード線 L 11 と L 31 を通じて駆動電流を供給すると、第 2 の発光素子 Y のレーザ発振部 9 から、例えば波長 6 5 0 n m 帯のレーザ光が出射され、電極層 P 4 に接続されているリード線（図示略）とリード線 L 31 を通じて駆動電流を供給すると、第 3 の発光素子 Z のレーザ発振部 1 4 から、例えば波長 7 8 0 n m 帯のレーザ光が出射される。

【 0 2 3 9 】

本半導体レーザ装置によれば、支持基板 4 0 0 0 に、第 1 ～第 3 の発光素子 X, Y, Z が固着されているので、レーザ発振部 5, 9, 1 4 の発光に際して生じる熱を効率良く放熱することができる。

【 0 2 4 0 】

更に、第 2, 第 3 の発光素子 Y, Z は若干の厚みを有するが、実際には数 μ m

程度の薄さであるため、融着金属層 4 と電極層 P 31 との間で、融着金属層 S P C を溶融して固化させるだけで、融着金属層 4 と電極層 P 31 とを電氣的且つ機械的に固着させることができ、製造工程を簡素化することができる。

【 0 2 4 1 】

なお、第 1 ～第 4 の実施形態及び第 1，第 2 の実施例において説明したように、融着金属層 4 a を A u とし、融着金属層 4 b を S n としてもよいし、融着金属層 4 a を S n、融着金属層 4 b を A u としてもよい。

【 0 2 4 2 】

また、A u から成る融着金属層と G a N 系レーザのオーミック電極の間と、S n から成る融着金属層と A l G a I n P 系レーザのオーミック電極及び A l G a A s 系レーザのオーミック電極の間に、P t、T i N、I r などの S n 拡散防止膜を形成することが望ましい。

【 0 2 4 3 】

また、上述の融着金属層 4 a，4 b としては、A u と S n の組み合わせでなくともよく、A u と I n の組み合わせや、P d と I n の組み合わせや、A u と G e の組み合わせであってもよい。これらの組み合わせで融着させることで金属間化合物の融着金属層 4 を生じさせると、各レーザ発振部に駆動電流を注入する際の電流注入の妨げとならず、且つレーザ発光時に生じる熱を効率良く発散させることができる。

【 0 2 4 4 】

上述した全ての実施形態及び実施例では、導電性を有する接着層としての融着金属層 4 a，4 b を融着させることで、一体化した接着層としての融着金属層 4 を生じさせ、その融着金属層 4 の介在によって各レーザ発振部を電氣的且つ機械的に固着（接合）させることとしているが、こうした融着によらず、接着層の溶融温度以下での、固相拡散を利用して接着するようにしてもよい。

【 0 2 4 5 】

この場合、例えば接着層の双方を A u で形成し、A u を溶融させることなく圧接加熱し、固相拡散で接着するようにしてもよい。

【 0 2 4 6 】

また、上述した各オーミック電極層及びオーミック電極は、列記した材料に限定されるものではなく、各半導体表面に対してオーミック接触が得られる材料であればよい。

【 0 2 4 7 】

また、オーミック電極 P 1, P 2, P 3, P 11, P 31, P 21, P 22 は、良好なオーミック接触を実現し得る材料であれば、上述の実施形態及び実施例で説明したものに限定されるものではなく、他の材料であってもよい。

【 0 2 4 8 】

また、図 1, 図 5, 図 1 1, 図 1 3 に示した第 1 の発光部 2, X 側に設けられる半導体基板 S U B 1 の材料は、少なくとも窒素 (N) を含む窒化物 III - V 族化合物半導体、又は、炭化ケイ素 (S i C) であってもよい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

第 1 の実施の形態に係る半導体レーザ装置の外部構造と断面構造を表した図である。

【図 2】

第 1 の実施の形態に係る半導体レーザ装置の製造工程を説明するための断面図である。

【図 3】

図 2 に続く製造工程を説明するための斜視図である。

【図 4】

第 1 の実施の形態に係る半導体レーザ装置の他の製造工程を説明するための断面図である。

【図 5】

第 1 の実施例に係る半導体レーザ装置の構造を表した断面図である。

【図 6】

第 1 の実施例に係る半導体レーザ装置の製造工程を説明するための断面図である。

【図 7】

更に、第 1 の実施例に係る半導体レーザ装置の製造工程を説明するための断面図である。

【図 8】

第 2 の実施例に係る半導体レーザ装置の構造を表した断面図である。

【図 9】

第 2 の実施の形態に係る半導体レーザ装置の断面構造を表した断面図である。

【図 1 0】

第 2 の実施の形態に係る半導体レーザ装置の製造工程を表した断面図である。

【図 1 1】

第 3 の実施の形態に係る半導体レーザ装置の断面構造を表した断面図である。

【図 1 2】

第 3 の実施の形態に係る半導体レーザ装置の製造工程を説明するための断面図である。

【図 1 3】

第 4 の実施の形態に係る半導体レーザ装置の断面構造を表した断面図である。

【図 1 4】

第 4 の実施の形態に係る半導体レーザ装置の製造工程を説明するための断面図である。

【符号の簡単な説明】

1 …半導体レーザ装置

4, 4 a, 4 b …融着金属層

5, 9, 1 4, 1 6 …レーザ発振部

9 …レーザ発振部

8, 1 2, 1 7 …オーミック電極層

1 2 R …露出部

SUB 1, SUB 2, 1 3 …半導体基板

STP …エッチングストップ層

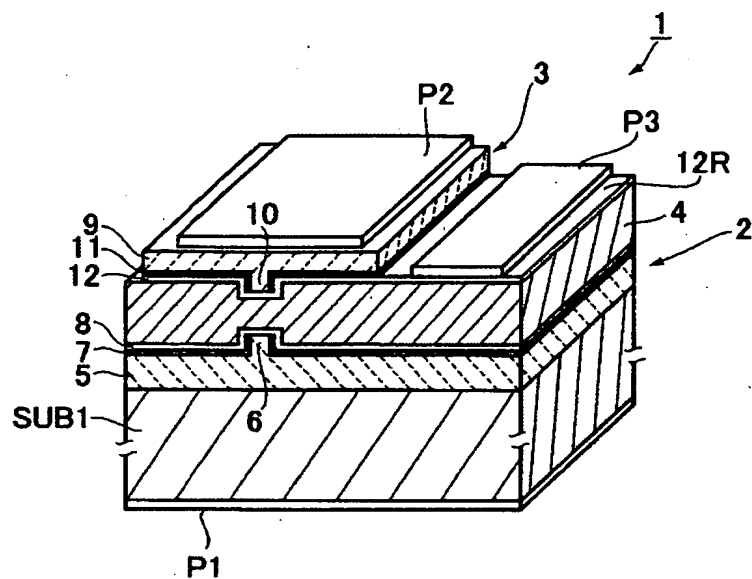
1 0 0, 2 0 0, 4 0 0, 6 0 0 …中間生成体

1 0 0 0, 2 0 0 0, 3 0 0 0, 4 0 0 0 …支持基板

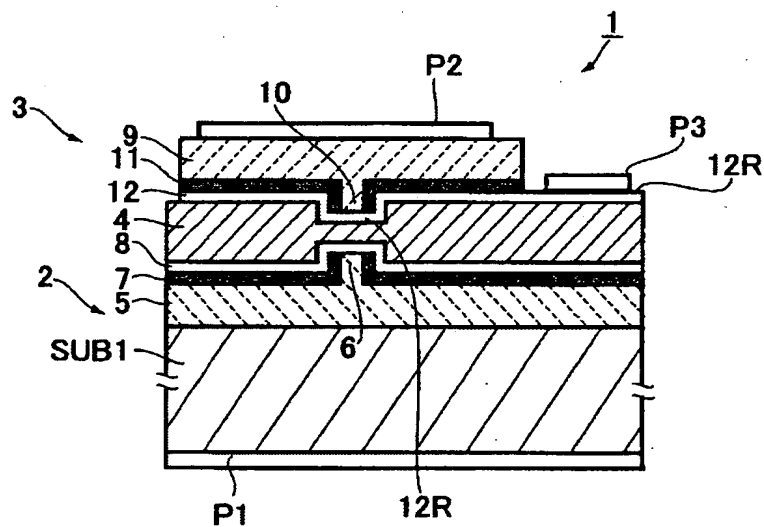
【書類名】 図面

【図 1】

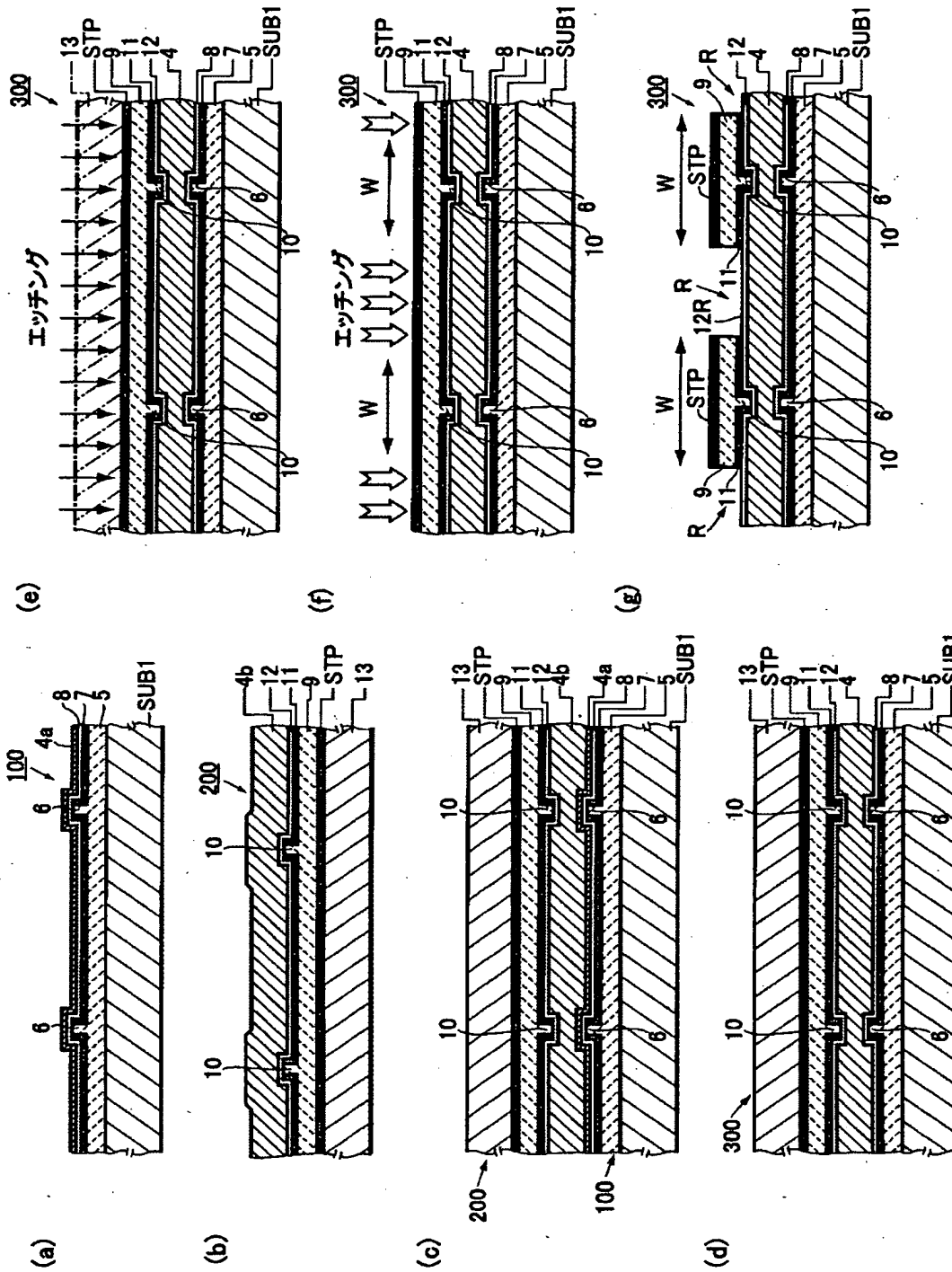
(a)



(b)

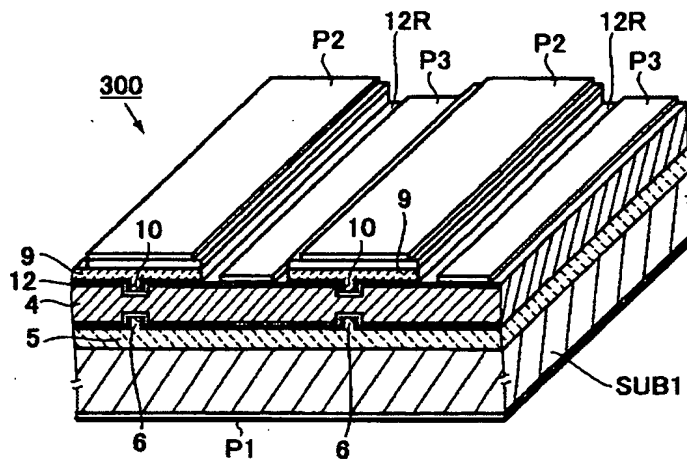


【図 2】

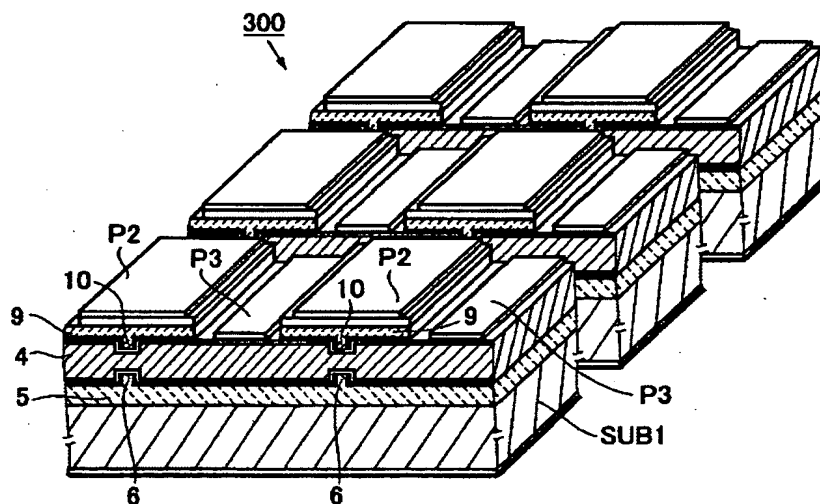


【図 3】

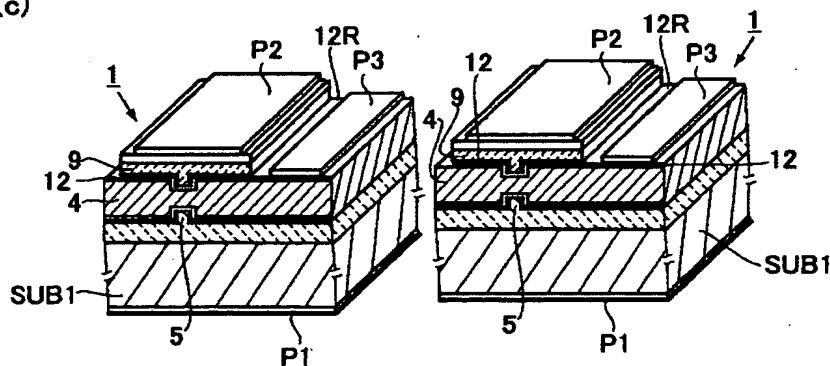
(a)

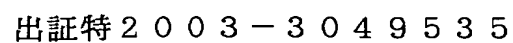


(b)

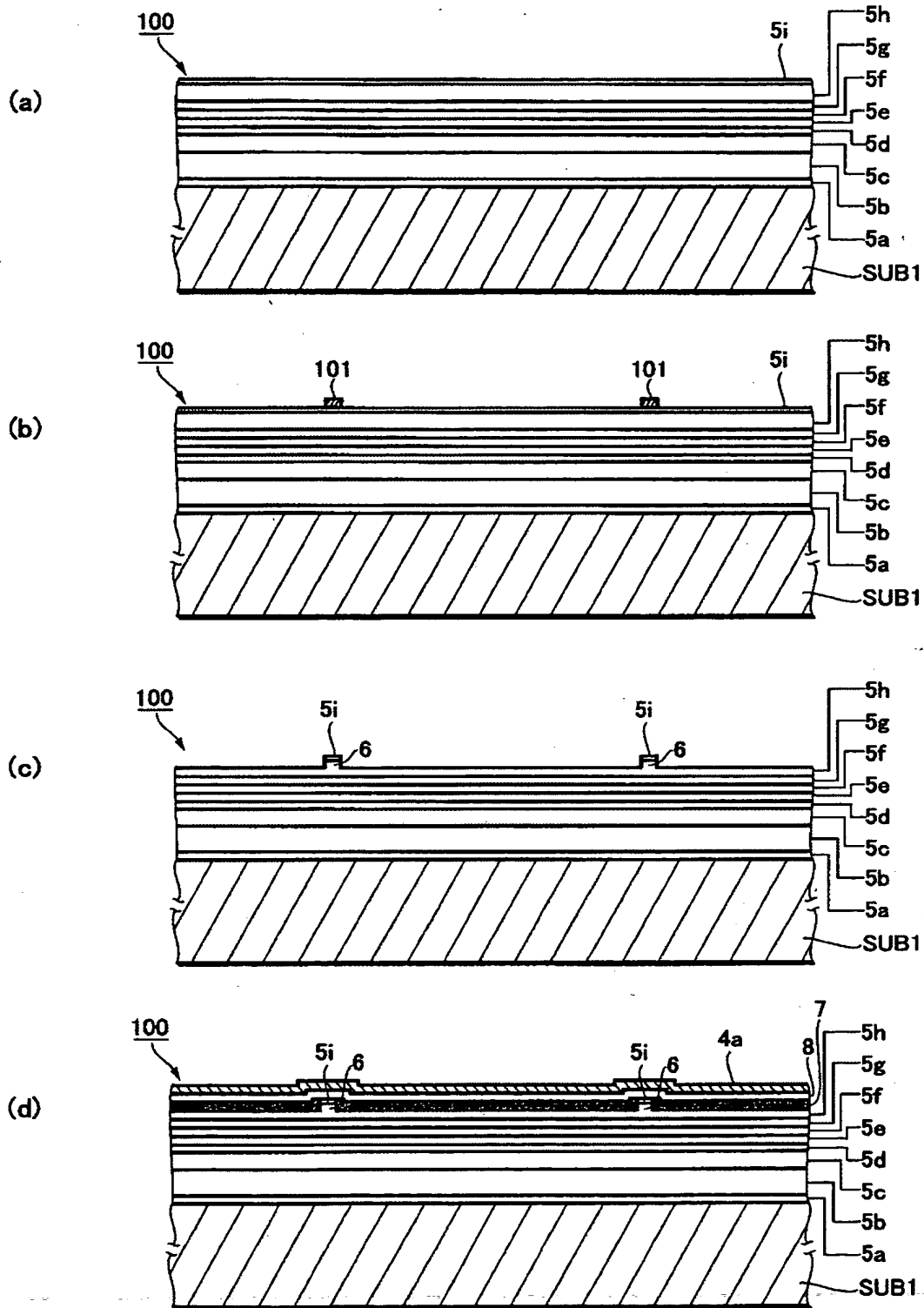


(c)

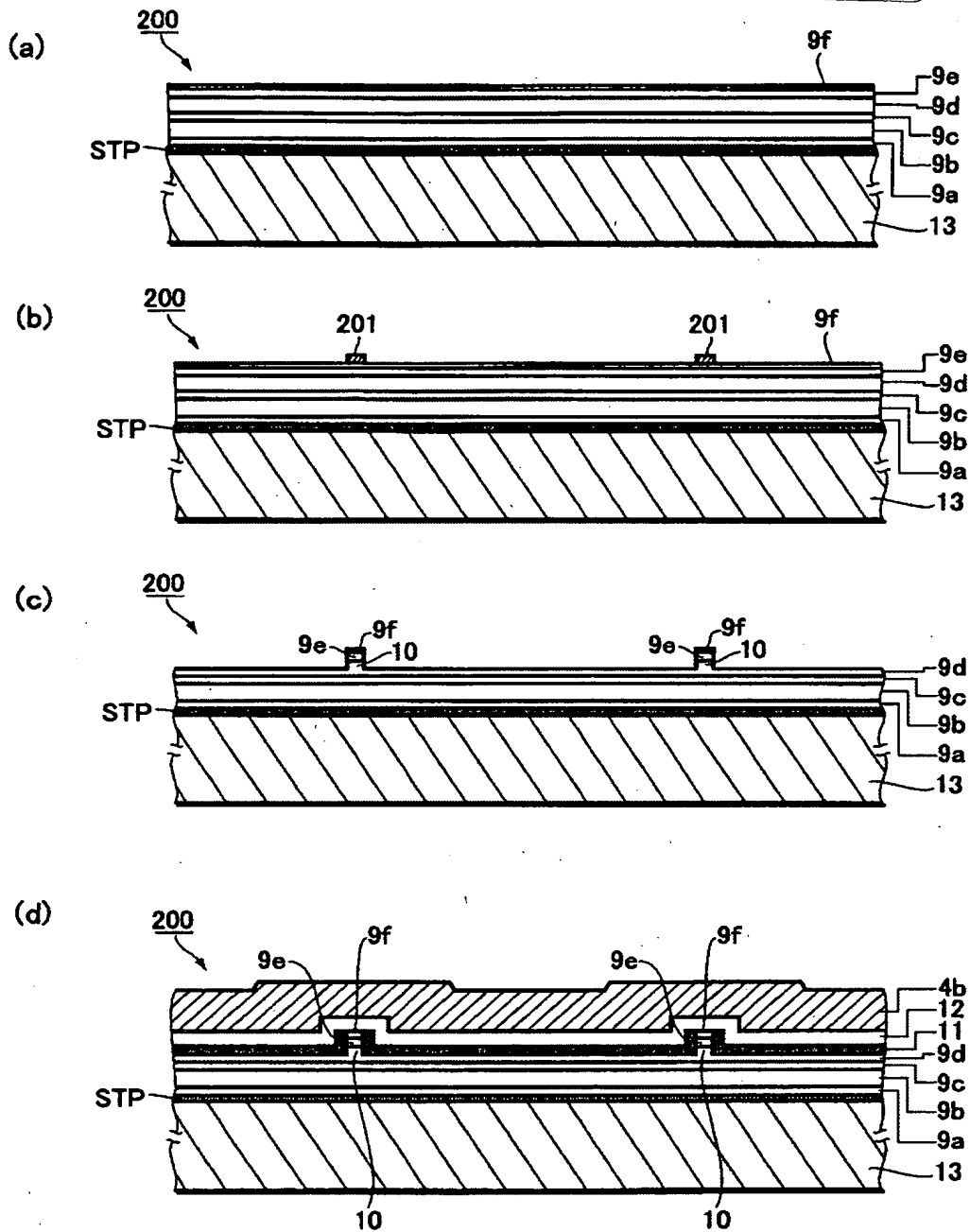




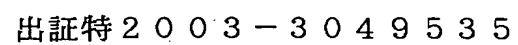
【図 6】



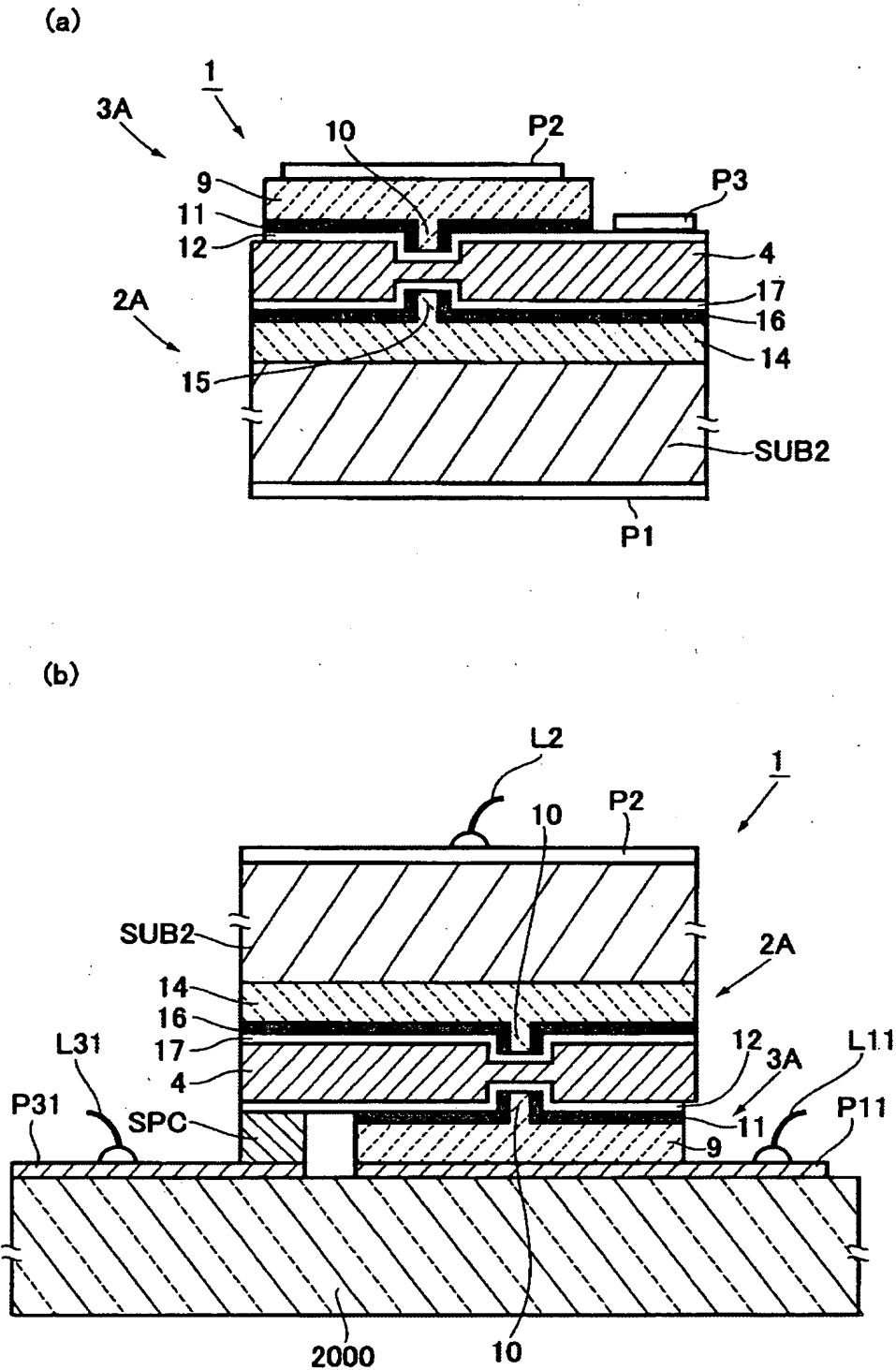
【図 7】



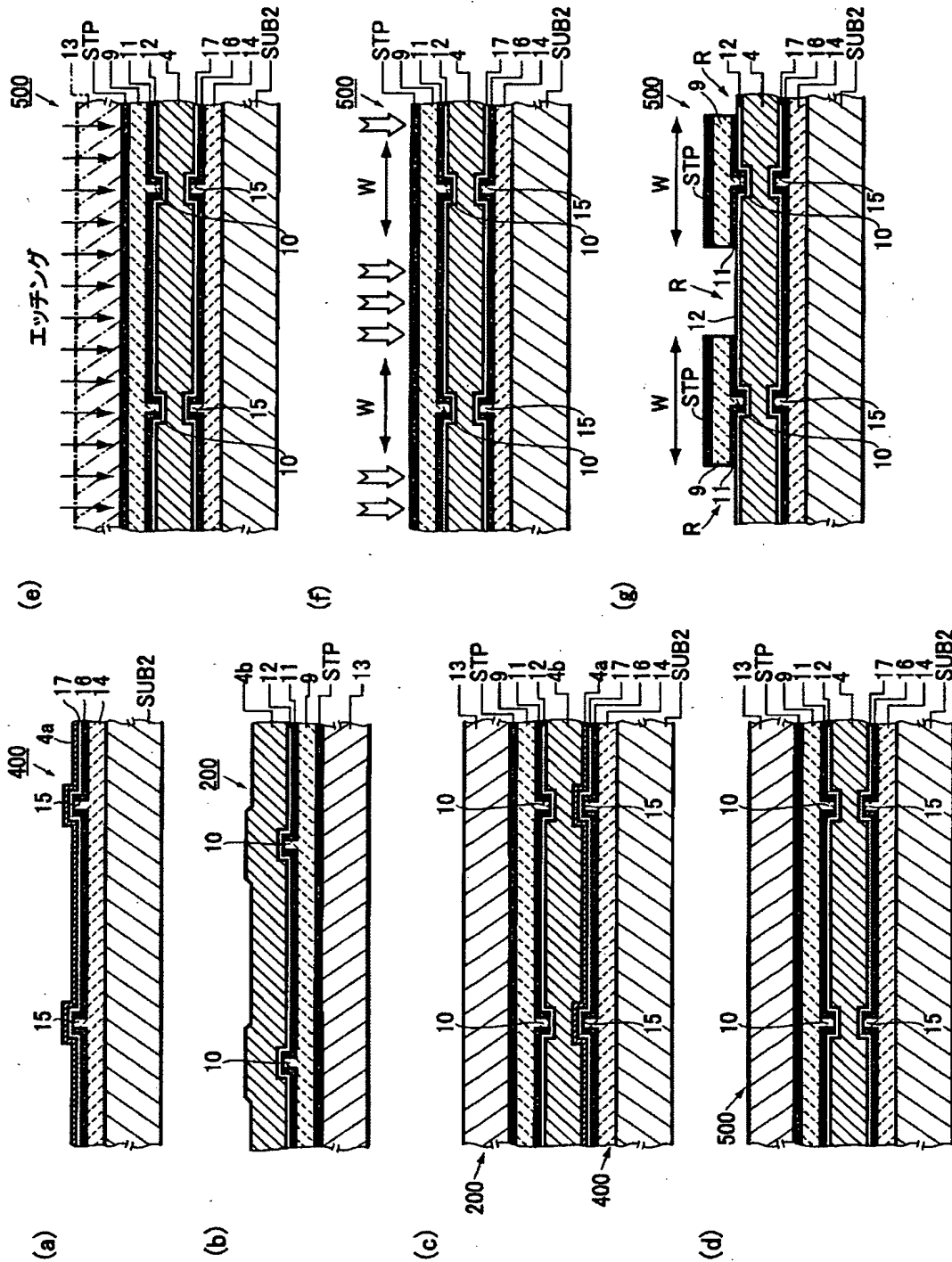
【図 8】



【図 9】



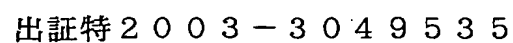
【図 10】

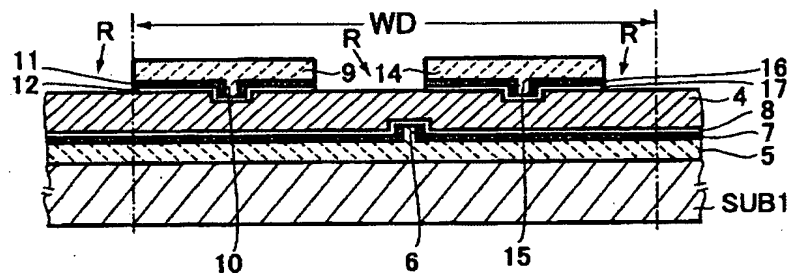
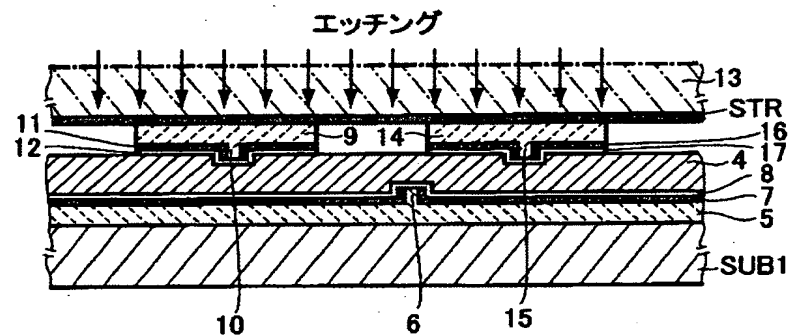
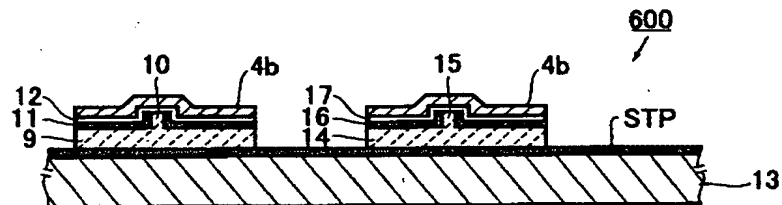
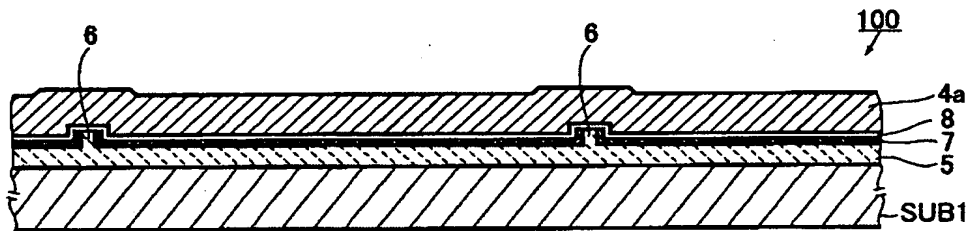


A cross-sectional view of a semiconductor device 1. The device consists of a substrate 10 with a bottom layer 13. Above the substrate is a layer 9, followed by a layer 11, and then a layer 12. A central region 15 is defined by a series of steps or recesses. The top surface of the device is labeled 3B. The side surface of the central region is labeled 14. The bottom surface of the central region is labeled 16. The top surface of the central region is labeled 17. The top surface of the device is also labeled 2B. The top surface of the central region is also labeled 15. The top surface of the device is also labeled P2. The top surface of the central region is also labeled P3. The top surface of the device is also labeled 4. The top surface of the central region is also labeled 12. The top surface of the device is also labeled 11. The top surface of the central region is also labeled 9. The top surface of the device is also labeled 13. The top surface of the central region is also labeled P1.

[illegible]

(a)





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 レーザ光の発光点間隔が小さい半導体レーザ装置を提供する。

【解決手段】 リッジ導波路 6 を有し、基板 SUB 1 上に窒化物系 III-V 族化合物半導体の薄膜が積層されて成るレーザ発振部 5 と絶縁層 7 とオーミック電極層 8 とを有する第 1 の発光素子 2 と、リッジ導波路 1 0 を有し、III-V 族化合物半導体の薄膜が積層されて成るレーザ発振部 9 と絶縁層 1 1 とオーミック電極層 1 2 とを有する第 2 の発光素子 3 とを備え、オーミック電極層 8, 1 2 間に介在する融着金属層 4 によって、レーザ発振部 5 とレーザ発振部 9 を一体に接着させることで、レーザ発振部 5, 9 間の発光点間隔が小さい半導体レーザ装置 1 を実現する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005016]

1. 変更年月日 1990年 8月31日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都目黒区目黒1丁目4番1号
氏 名 パイオニア株式会社